



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO
MINERALÓGICA DO METAGRANITOIDE
AURELIANO MOURÃO, SUDOESTE DA SERRA DE
BOM SUCESSO, MINAS GERAIS**

PAMELLA REGINA SANTOS DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. CIRO ALEXANDRE ÁVILA
(Departamento de Geologia e Paleontologia – Museu Nacional – UFRJ)
CO-ORIENTADOR: REINER NEUMANN
(Centro de Tecnologia Mineral - CETEM)

**FEVEREIRO, 2017
RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO
MINERALÓGICA DO METAGRANITOIDE
AURELIANO MOURÃO, SUDOESTE DA SERRA DE
BOM SUCESSO, MINAS GERAIS**

PAMELLA REGINA SANTOS DA SILVA

APROVADA POR:

Dr. Ciro Alexandre Ávila (Museu Nacional)

Msc. Fabiana Franco de Vasconcelos (CETEM)

Dr. José Carlos Sícoli Seoane (UFRJ)

FEVEREIRO, 2017
RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL

FICHA CATALOGRÁFICA

DA SILVA, Pamella Regina Santos

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO
METAGRANITOIDE AURELIANO MOURÃO, SUDOESTE DA SERRA DE BOM
SUCESSO, MINAS GERAIS**

XVII, 69 p., 29,7 cm (Instituto de Geociências – Departamento de Geologia – UFRJ,
Monografia de Graduação, 2012).

Monografia: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia.

- 1 – Metagranitoide porfirítico Aureliano Mourão
- 2 – Mapeamento geológico
- 3 – Caracterização mineralógica
- 4 – Bom Sucesso
- 5 – Cráton São Francisco

I – IGEO/UFRJ

II – Título (série)

RESUMO

SILVA, P. R. S. **Mapeamento geológico e caracterização mineralógica do metagranitoide Aureliano Mourão, sudoeste da serra de Bom Sucesso, Minas Gerais.** Ano 2017, XVII, 69p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A borda meridional do cráton do São Francisco é representada por um mosaico de terrenos arqueanos e paleoproterozoicos, que apresentam evolução geológica complexa. O presente trabalho de conclusão de curso envolveu o mapeamento geológico na escala 1:25.000 de uma área de cerca de 152 km² situada entre as cidades de Ibituruna, Bom Sucesso, Ijací e Macaia, tendo como principal enfoque o estudo dos metagranitoides. O mapeamento geológico efetuado possibilitou a subdivisão de uma unidade designada de metagranitoide Bom Sucesso em quatro diferentes corpos, que foram denominados de metagranitoides Aureliano Mourão, hololeucocrático, biotítico e Bom Sucesso. Para a caracterização das diferenças entre esses quatro corpos foi desenvolvido estudos mineralógicos e petrográfico por microscopia ótica, catodoluminescência e microscopia eletrônica de varredura com energia de espectroscopia dispersiva. O metagranitoide Aureliano Mourão se destaca pela presença da textura inequigranular porfirítica com fenocristais de feldspato, enquanto os metagranitoides hololeucocrático, biotítico e Bom Sucesso apresentam o predomínio da textura equigranular, sendo que localmente no metagranitoide Bom Sucesso é observada a presença da textura inequigranular porfirítica. Processos deformacionais modificaram parcial ou integralmente a textura de grande parte dos corpos estudados, onde no metagranitoide Aureliano Mourão os fenocristais de feldspato variam de euédricos a subédrico, mas podem apresentar formas "losangulares" com vértices afinados, de "*augens*" ou estarem alongados formando fitas. O índice de cor entre os metagranitoides varia de hololeucocrático a mesocrático e a granulação de fina a grossa, inclusive com fenocristais de feldspato de até 6,5 cm. Os metagranitoides estudados são semelhantes com os granitos potássicos tardios que são intrusivo nos ortognaisses TTGs dos complexos metamórficos arqueanos e por isso suas idades poderiam estar variando entre 2750 e 2700 Ma, ou seja, teriam se formado após o magmatismo máfico - ultramáfico do *greenstone belt* Rio das Velhas.

AGRADECIMENTOS

A minha família, minha vó Regina, meu pai Reinaldo, minha tia Solange e prima Luana, pela confiança, amor e apoio, a qual tenho muito orgulho de fazer parte e sem eles nada disso seria possível.

Ao meu namorado Jānis Rītiņš, pelo carinho e paciência nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos, Nicollas Oliveira e Douglas Renato, pelas conversas sérias e também descontraídas ao longo da graduação.

Ao Diretório Acadêmico Joel Valença, pelos momentos de alegria e aprendizado.

A República Allamandas e suas moradoras, pelo acolhimento durante esses cinco anos de estudo.

Ao meu orientador, Ciro Alexandre Ávila, pela paciência e conhecimento compartilhado ao longo desses anos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e apoio a essa pesquisa.

Ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), em especial ao Reiner Neumann, Josimar, Adauto e Fernando, pelo auxílio no uso dos equipamentos e conhecimento.

Ao Museu Nacional pela infraestrutura, ao motorista Paulinho, e ao Emiraldo pela confecção das lâminas utilizadas nesse trabalho.

SUMÁRIO

CAPA	I
CONTRA CAPA	II
FICHA CATALOGRÁFICA	III
RESUMO	IV
AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO	VI
ÍNDICE DE TABELAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO E COMO ALCANÇÁ-LO	2
3 – LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	3
4 – METODOLOGIA	5
4.1 – Etapa pré-campo	5
4.2 – Etapa de campo	6
4.3 – Etapa de laboratório	7
4.3.1 – Petrografia	7
4.3.2 – Catodoluminescência	8
4.3.3 – Microscopia Eletrônica de Varredura com EDS	9
4.3.4 – Preparação de amostra para geocronologia	9
5 – CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTECTÔNICO	11
5.1 – Cráton do São Francisco	11
5.2 - Complexos Metamórficos Arqueanos (TTGs)	12
5.3 - Supergrupo Rio das Velhas	13
5.4 - Granitoides Potássicos Tardios	14
5.5 - Supergrupo Minas	16
5.6 - Cinturão Mineiro	17
6 - GEOLOGIA LOCAL	20
6.1 - Unidade Metaultramáfica	22
6.2 - Metagranitoide Hololeucocrático	24
6.2.1 - Feições de campo	24
6.2.2 - Petrografia	25
6.2.3 - Estudo mineralógico por catodoluminescência	26
6.2.4 - Estudo mineralógico por MEV-EDS	27
6.3 - Metagranitoide Biotítico	31
6.3.1 - Feições de campo	31
6.3.2 – Petrografia	31
6.3.3 - Estudo mineralógico por catodoluminescência	33
6.3.4 - Estudo mineralógico por MEV-EDS	35
6.4 – Quartzo xisto	37
6.5 - Metagranitoide Bom Sucesso	38
6.6 - Diques de Metadiabásio	39
7 - METAGRANITOIDE PORFIRÍTICO AURELIANO MOURÃO	42
7.1 - Feições de campo	42
	VI

7.2 – Petrografia	47
7.3 - Estudo mineralógico por catodoluminescência	53
7.4 - Estudo mineralógico por MEV-EDS	55
8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

ANEXO I – MAPA GEOLÓGICO E DE PONTOS

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Listagem das lâminas petrográficas do acervo confeccionadas com sua respectiva litologia.	5
Tabela 2 – Listagem das lâminas petrográficas confeccionadas com sua respectiva litologia.	7
Tabela 3 – Roteiro para descrição de lâminas petrográficas.	8
Tabela 4 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide hololeucocrático e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	29
Tabela 5 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide hololeucocrático e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	30
Tabela 6 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide biotítico e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	36
Tabela 7 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide biotítico e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	36
Tabela 8 – Estimativa modal a partir de cinco visadas da mineralogia do metagranitoide Aureliano Mourão.	48
Tabela 9 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide Aureliano Mourão e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	57
Tabela 10 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide Aureliano Mourão e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.	58
Tabela 11 – Comparação entre os granitoides encontrados nos arredores da serra de Bom Sucesso.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 - Articulação das folhas topográficas do IBGE (escala 1:50.000), com a área delimitada em vermelho.	3
Figura 2 – Imagem de satélite na qual se insere a área em estudo e suas principais vias de acesso, representadas pela MG-333 e MG-335 (<i>Google Maps</i> , acesso 02/08/2016).	4
Figura 3 - Mapa litológico integrado com os dados da área de estudo.	6
Figura 4 – Etapas para a preparação de amostras. Fig. 4A - Britador de mandíbula. Fig. 4B - Separação de minerais leves no bromofórmio (CHBr_3). Fig. 4C - Resultado da separação com um papel filtro com os minerais leves e outro com os pesados.	10
Figura 5 - Cráton do São Francisco e suas faixas marginais, com destaque para a área de estudo (modificada de Alkmim, 2004).	12
Figura 6 – Modelo de evolução tectônica da crosta TTG Arqueana durante os eventos Rio das Velhas I (RV I) e Rio das Velhas II (RV II) (Lana <i>et al.</i> , 2013).	13
Figura 7 - Modelo simplificado da crosta TTG arqueana na região do Quadrilátero Ferrífero. A- crosta máfica/ultramáfica, anterior às intrusões de rochas TTGs; B- Intrusões de granitoides potássicos (2760-2700 Ma); C- Erosão da crosta formada e sedimentação em margem passiva (Romano <i>et al.</i> , 2013).	15
Figura 8 - Coluna estratigráfica do Supergrupo Rio das Velhas e Supergrupo Minas (Alkmim, 2006) modificada com a separação do grupo Sabará e incluindo o Cinturão Mineiro segundo Ávila <i>et al.</i> (2014).	17
Figura 9 – Modelo de evolução por acreção de arcos para o Cinturão Mineiro (Ávila <i>et al.</i> , 2010).	18

- Figura 10** - Mapa geológico da borda meridional do cráton do São Francisco mostrando a crosta arqueana dos complexos metamórficos, o cinturão Mineiro e a serra de Bom Sucesso que corresponde a um prolongamento das rochas do Supergrupo Minas que afloram no Quadrilátero Ferrífero (Teixeira *et al.*, 2015), com a delimitação da área de estudo. 20
- Figura 11** – Saprólito de clorita xisto da unidade metaultramáfica fortemente alterado (PA-38). 23
- Figura 12** – Foto de clorita xisto da unidade metaultramáfica, com os planos de foliação bem marcados pela clorita (PA-38). 23
- Figura 13** – Veio de quartzo dobrado no clorita xisto da unidade metaultramáfica, com eixo bem definido (PA-60). 23
- Figura 14** – Pegmatito cortando clorita xisto da unidade metaultramáfica com a formação de nível biotítico na borda (demarcado pelo tracejado amarelo) (PA-38). 24
- Figura 15** – Feições de campo do metagranitoide hololeucocrático. **Figura 15A-** Visão geral da rocha, de coloração clara a cinza clara. **Figura 15B-** Amostra do metagranitoide hololeucocrático onde quase não se observa a presença de mica escura e a foliação é marcada pela orientação do quartzo e feldspato. 25
- Figura 16** – Visão geral da lâmina do metagranitoide hololeucocrático. 25
- Figura 17** – Aspecto do metagranitoide hololeucocrático, mostrando a textura equigranular fina a média e a abundância de microclínio e quartzo. 26
- Figura 18** – Imagem em catodoluminescência do metagranitoide hololeucocrático mostrando a predominância de feldspato potássico (azul) em relação ao plagioclásio e quartzo (cinza escuro a rosado). 27
- Figura 19** – Imagem de catodoluminescência mostrando feldspato potássico (azul)

com borda de plagioclásio (indicados pelas setas) no metagranitoide hololeucocrático (Aumento 5x). 27

Figura 20 – Imagem de catodoluminescência mostrando presença de pertitas representadas por fiambres de albita no interior de feldspato potássico (círculo vermelho) no metagranitoide hololeucocrático. 28

Figura 21 – Imagem de BSE do metagranitoide hololeucocrático mostrando a presença de pertitas de albita no microclínio (círculo vermelho). 28

Figura 22 – Imagem de BSE do metagranitoide hololeucocrático. **Figura 22A-** Zircão incluído em microclínio. **Figura 22B-** Mica escura com hábito micáceo entre os grãos de plagioclásio. 29

Figura 23 - Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer *et al.*, 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide hololeucocrático. 30

Figura 24 – Dique do metagranitoide biotítico intrusivo no metagranitoide Aureliano Mourão. 31

Figura 25 – Visão geral de lâmina do metagranitoide biotítico (NZS-5-37), com destaque para sua textura equigranular e para a foliação marcada pela orientação da mica escura. 32

Figura 26 – Feições petrográficas do metagranitoide biotítico. **Figura 26A-** Microclínio anédrico com geminação Tartan bem marcada. **Figura 26B-** Grão de plagioclásio com forte alteração para sericita. 32

Figura 27 – Presença de agregados de mica escura entre grãos recristalizados de quartzo e microclínio no metagranitoide biotítico. 33

Figura 28 – Imagem de catodoluminescência do metagranitoide biotítico mostrando o amplo predomínio do plagioclásio (cinza) em relação ao microclínio (azul). 34

- Figura 29** – Imagem de catodoluminescência mostrando núcleo de microclínio com borda de plagioclásio no metagranitoide biotítico (indicado pelas setas vermelhas). 34
- Figura 30** – Feições observadas no metagranitoide biotítico em catodoluminescência.
- Figura 30A**– Quartzo intersticial (indicado pelas setas) e como agregados na rocha.
- Figura 30B**- Carbonato com luminescência laranja (demarcado pelo círculo vermelho) e apatita com luminescência amarela (círculo amarelo) como principais minerais acessórios observados em catodoluminescência. 34
- Figura 31** – Imagem de BSE do metagranitoide biotítico mostrando a presença de diversas fases minerais. Análises 3, 4 e 9- Albita. Análises 5, 6 e 7- Feldspato potássico, Análise 10- Magnetita, Análises 13 e 14- Monazita. 34
- Figura 32** – Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer *et al.*, 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide biotítico. 34
- Figura 33** – Imagem em BSE do metagranitoide biotítico mostrando grãos de zircão. Análises 21 e 22- Zircão. Análise 23- Mica escura. 36
- Figura 34** – Feições de quartzo xisto. **Figura 34A**- Visão em detalhe da rocha mostrando planos de foliação evidentes e dobrados. **Figura 34B**- Afloramento em corte de estrada muito alterado onde destaca-se a foliação bem marcada. 37
- Figura 35** – Visão geral de um lajedo de metagranitoide Bom Sucesso (PA-155). 37
- Figura 36** – Principais texturas encontradas no metagranitoide Bom Sucesso.
- Figura 36A**- Textura equigranular de granulação média. **Figura 36B**- Textura inequigranular porfirítica, com fenocristais de até 2 cm feldspato. (Fotografias de Silveira, 2016). 38
- Figura 37** – Feições observadas nas rochas do metagranitoide Bom Sucesso.
- Figura 37A**- Corpo pegmatítico com contato retilíneo. **Figura 37B**- Xenólito de anfibolitito com forma sigmoidal (PA-155). 38

Figura 38 – Formas de ocorrência dos diques de metadiabásio. **Figura 38A**- Blocos *in situ* de até 2 m de comprimento (PA-182). **Figura 38B**- Lajedos (PA-144). 39

Figura 39 – Feições dos diques de metadiabásio. **Figura 39A**- Dique de metadiabásio cortando rocha com fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão (PA-92). **Figura 39B**- Contato entre o saprólito de um dique de metadiabásio com cor ocre (à esquerda) e o metagranitoide (à direita) (PA-84). 40

Figura 40 – Feições de blocos de metadiabásio (PA-193). **Figura 40A**- Visão geral da rocha, com fenocristais de feldspato dispersos na matriz de granulação fina. **Figura 40B**- Detalhe da rocha, com destaque para os contornos irregulares dos fenocristais de feldspato, que podem inclusive estarem alongados (círculo vermelho). 40

Figura 41 - Principais formas de exposição do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 41A** - Lajedo. **Figura 41B** - Blocos *in situ*. 41

Figura 42 – Visão geral do afloramento do metagranitoide Aureliano Mourão, que exibe grande variação no tamanho e na forma dos fenocristais de feldspato (PA-92). 42

Figura 43 - Feições de campo dos fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 43A**- Fenocristal tabular com cerca de 4,0 cm. **Figura 43B**- Início do processo deformacional, com a formação de fenocristais “losangulares” de feldspato que estão alongados segundo a direção da foliação. **Figura 43C**- Fenocristais com forma de *augen* que estão fortemente orientados segundo a foliação. **Figura 43D**- Presença de bandas máficas e félsicas no metagranitoide Aureliano Mourão, destacando-se a presença de porfiroclastos alongados de feldspato, que corresponderiam a antigos fenocristais (demarcados em vermelho). 42

Figura 44 – Alinhamento dos grãos de quartzo de cor branca leitosa formando fitas alongadas segundo a direção da foliação (seta vermelha) presente nas rochas do metagranitoide Aureliano Mourão. 43

Figura 45 – Textura *rapakivi* presente nos fenocristais de feldspato mostrando um núcleo acinzentado (feldspato potássico) e uma borda esbranquiçada, possivelmente um plagioclásio (PA-92). 43

Figura 46 – Diferentes proporções de fenocristais encontrados na rocha, desde 10% (Figura 45A) até cerca de 65% (Figura 45B). 44

Figura 47 – Interpretação das relações de campo entre os diques de metagranitoide fino e as rochas do metagranitoide Aureliano Mourão, destacando-se a variação marcante no tamanho dos grãos e a textura resultante. 45

Figura 48 – Estruturas e feições encontradas no metagranitoide Aureliano Mourão.

Figura 48A- Porfiroclastos de feldspato em zona de cisalhamento conjuntamente com a presença de fitas de quartzo alongadas segundo a direção da foliação. **Figura 48B-** Desenvolvimento uma zona de cisalhamento centimétrica com a formação de um milonito e a presença de escassos porfiroclastos de feldspato (círculo vermelho).

Figura 48C- Duas gerações de corpos pegmatíticos cortando o metagranitoide.

Figura 48D- Dobra observada a partir da injeção de veios de quartzo no metagranitoide. 46

Figura 49 – Xenólito máfico demarcado pelo círculo vermelho (PA-194) no metagranitoide Aureliano Mourão. 46

Figura 50 – Textura inequigranular porfirítica do metagranitoide Aureliano Mourão com fenocristal de microclínio imerso em matriz composta essencialmente por quartzo, feldspato e mica escura. 47

Figura 51 – Diagrama QAP (Streckeisen, 1976) com a estimativa modal da mineralogia do metagranitoide Aureliano Mourão. Campos: 1a- Quartzolito. 1b- Granitoide rico em quartzo. 2-Álcali-feldspato-granito. 3a- Sienogranito. 3b- Monzogranito. 4- Granodiorito. 5- Tonalito/trondjemito. 6- Álcali-feldspato monzogabro. 7- Quartzó sienito. 8- Quartzó monzonito. 9- Quartzó monzodiorito/quartzó monzogabro. 10- Quartzó diorito/quartzó gabro. 11- Álcali-feldspato sienito. 12- Sienito. 13- Monzonito. 14- Monzodiorito/monzogabro. 15- Diorito/gabro. 48

Figura 52 – Feições dos grãos de microclínio do metagranitoide Aureliano Mourão.

Figura 52A- Fenocristais com geminação tartan bem marcada. **Figura 52B-** Ocorrência de grãos isolados dispersos na matriz. **Figura 52C-** Agregados de grãos de microclínio.

Figura 52D- Intercrescimento pertítico amplamente desenvolvido no grão anédrico de microclínio.

48

Figura 53 – Inclusão de grão de plagioclásio com geminação polissintética em cristal de microclínio.

49

Figura 54 – Feições petrográficas do metagranitoide Aureliano Mourão.

Figura 54A- Cristal de plagioclásio com geminação polissintética marcada pela Alteração incipiente para sericita. **Figura 54B-** Cristal de plagioclásio com intensa sericitização e formação de epidoto secundário (círculo vermelho).

49

Figura 55 – Feições dos grãos de quartzo encontrados no metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 55A-** Ocorrência em veios e fitas. **Figura 55B-** Extinção ondulante.

50

Figura 56 – Feições de grãos de mica escura existentes no metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 56A-** Agregados de grãos de mica escura. **Figura 56B-** Agregados de grãos de mica escura associados a titanita e epidoto.

50

Figura 57 – Grão de zircão com zonamento oscilatório bem definido.

51

Figura 58 – Cristal de allanita com epidoto na borda formando textura em corona.

51

Figura 59 – Titanita secundária associada a mica escura, formando agregados.

52

Figura 60 – Imagem de catodoluminescência do metagranitoide Aureliano Mourão em que observa-se luminescências distintas para o microclínio (azul), plagioclásio (acinzentado) e quartzo (preto a violeta escuro) (PA-91B).

53

Figura 61 – Imagem em catodoluminescência do metagranitoide Aureliano Mourão mostrando grão de feldspato potássico (azul) envolvido parcialmente por plagioclásio

(acinzentado) em uma estrutura semelhante a textura <i>rapakivi</i> .	53
Figura 62 – Imagem em catodoluminescência mostrando grão de plagioclásio (luminescência acinzentada) com borda sobrecrecida por um mosaico de pequenos grãos de feldspato potássico (luminescência azulada), possivelmente decorrentes de um processo de recristalização.	53
Figura 63 – Imagem em catodoluminescência de diversos grãos de apatita.	
Figura 63A - Grão euédrico e com hábito tabular. Figura 63B - Grãos prismáticos Alongados (círculos vermelhos). Figura 63C - Grãos anédricos associados ao feldspato potássico crescido na borda recristalizada do plagioclásio.	
Figura 63D - Apatita como inclusão em fenocristal de microclínio.	54
Figura 64 – Ocorrências minerais evidenciadas em catodoluminescência.	
Figura 64A - Zircão com luminescência azulada e borda branca.	
Figura 64B - Carbonatos com luminescência avermelhada.	54
Figura 65 – Imagem em catodoluminescência mostrando grão de allanita (escuro e sem luminescência) com inclusões de zircão (círculo vermelho) e apatita (luminescência amarelada).	55
Figura 66 – Fotomosaicos da lâmina NZS-3-6B por microscopia ótica em luz transmitida sob nicol descruzado (Figura 66A) e cruzado (Figura 66B).	55
Figura 67 – Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer <i>et al.</i> , 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide Aureliano	59
Figura 68 - Imagem de BSE do metagranitoide Aureliano Mourão.	
Figura 68A - Plagioclásio com alteração para caolinita. Figura 68B - Cristais de quartzo límpidos e homogêneos, diferenciando do plagioclásio que está alterado. Análises: 10, 11- Óxido de ferro; Análises:16, 26, 27 e 32- Plagioclásio; Análises: 17, 28- K-feldspato; Análise 29- Caolinita; Análises: 12, 30- Ilmenita; Análises: 13, 14, 15, 31- Mica escura.	59

Figura 69 – Imagem de BSE do metagranitoide Aureliano Mourão.

Figura 69A- Óxido de ferro. **Figura 69B-** Ilmenita. **Figura 69C-** Inclusões de minerais do grupo da samarskita (em destaque) em ilmenita. **Figura 69D-** Borda de titanita em cristal de ilmenita. Análises: 1, 5, 6, 34, 37, 38- K-feldspato; Análises 2, 8, 42, 43- Plagioclásio; Análise 3- Mica escura; Análise 4-Óxido de ferro; Análises 33, 35- Ilmenita; Análise 50- Titanita.

59

Figura 70 – Imagem de BSE mostrando diversos grãos de zircão no metagranitoide Aureliano Mourão. Análises 52, 53, 54 e 56: Zircão.

61

Figura 71 – Feições observadas nos fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 71A-** Fenocristais dispersos de forma caótica.

Figura 71B- Fenocristais orientados segundo a deformação.

Figura 71C- Grãos “losangulares” e formação de vértices afinados.

Figura 71D- Formação de *augens*. **Figura 71E-** Fenocristais estirados, formando fitas alongadas. **Figura 71F-** Bandamento dos fenocristais e dos grãos de quartzo

63

1 - INTRODUÇÃO

A borda meridional do Cráton do São Francisco apresenta evolução geológica complexa e suas rochas representam um dos maiores e mais antigos registros de crosta arqueana na América do Sul (Romano *et al.*, 2013). Esta foi formada durante múltiplos estágios de plutonismo TTG, os quais estão associados a sequências *greenstone belts* e granitoides potássicos arqueanos, seguido de extensa acumulação de sedimentos clásticos e químicos do supergrupo Minas (Dorr, 1969) na transição Arqueano-Paleoproterozoico. As rochas do Paleoproterozoico são representadas, principalmente, por sequências metavulcanossedimentares, bem como por granitoides e gnaisses associados ao desenvolvimento de arcos continentais e oceânicos (Ávila *et al.*, 2010; Heilbron *et al.*, 2010), que ocorrem a leste do lineamento Jaceaba - Bom Sucesso.

A região de estudo situa-se a oeste do lineamento Jaceaba - Bom Sucesso, mais precisamente nos arredores da cidade de Bom Sucesso. Estudos anteriores agrupavam diferentes tipos de rochas em conjuntos litológicos maiores (Quéméneur & Baraud, 1983; Quéméneur *et al.*, 2003), não havendo grande distinção entre os diferentes corpos plutônicos, o que tornava ainda mais difícil a compreensão dessa região. Com o avanço do conhecimento geológico foi possível a elaboração de modelos para a evolução geológica dessa região, principalmente em relação ao plutonismo TTG e granítico (Lana *et al.*, 2013; Romano *et al.*, 2013). Porém ainda são necessários trabalhos de mapeamento geológico em escala detalhada na região de Bom Sucesso, principalmente daqueles voltados para a distinção entre os diferentes corpos plutônicos e a inserção dos mesmos no contexto evolutivo da borda meridional do cráton São Francisco.

O presente trabalho de final de curso tem como objetivo contribuir para a compreensão da evolução dos eventos geológicos que ocorreram na borda meridional do Cráton do São Francisco, mais precisamente em relação ao plutonismo félsico da região de Bom Sucesso interpretado na literatura como arqueano. Para tal foi realizado o mapeamento geológico detalhado na escala 1:25.000, dando enfoque na caracterização mineralógica e petrográfica do metagranitoide Aureliano Mourão e de dois metagranitoides associados, denominados na presente monografia como metagranitoide hololeucocrático e metagranitoide biotítico.

2 - OBJETIVO E COMO ALCANÇÁ-LO

O presente estudo tem como objetivo o mapeamento geológico na escala 1:25.000 de uma área localizada a oeste do lineamento Jaceaba - Bom Sucesso, no sudeste do estado de Minas Gerais, tendo como ponto principal a individualização, caracterização mineralógica e petrográfica do metagranitoide Aureliano Mourão.

Para alcançar o objetivo proposto, foram realizadas as seguintes etapas:

- 1) Mapeamento geológico na escala 1:25.000 de uma área de 152 km² situada a sudoeste da cidade de Ibituruna e a sul da cidade de Bom Sucesso;
- 2) Individualização dos principais litótipos cartografados visando estabelecer a cronologia relativa entre os mesmos;
- 3) Caracterização petrográfica em luz transmitida das principais unidades de mapeamento, com enfoque para o estudo detalhado do metagranitoide Aureliano Mourão, assim como dos metagranitoides hololeucocrático e biotítico;
- 4) Análise por catodoluminescência e microscopia eletrônica de varredura com microanálise por energia dispersiva (MEV-EDS) das principais fases minerais do metagranitoide Aureliano Mourão e dos demais corpos félsicos associados ao mesmo;
- 5) Inserção do referido corpo no contexto geológico-geotectônico da borda meridional do cráton do São Francisco.

3 - LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área de estudo tem aproximadamente 152 km² e encontra-se localizada no sudeste do estado de Minas Gerais, mais precisamente entre as cidades de Ijaci, Macaia, Ibituruna e Bom Sucesso, abrangendo também os povoados de Aureliano Mourão, Xavier e Mãe Maria, todos situados na porção leste da folha topográfica Lavras (SF-23-X-C-I-1) e na porção oeste da folha topográfica Nazareno (SF-23-X-C-I-2), ambas do IBGE na escala 1:50.000 (Figura 1). Em termos gerais, a área estudada é delimitada pelas coordenadas UTM 518000/526000 e 7654000/7672000, no *datum* Córrego Alegre e zona 23S, e está localizada a oeste das Serras de Ibituruna e Bom Sucesso (Figura 2).

Sto Antônio do Amparo SF-23-X-A-IV-3	São Tiago SF-23-X-A-IV-4	Jacarandira SF-23-X-A-V-3
Lavras SF-23-X-C-I-1	Nazareno SF-23-X-C-I-2	São João del Rei SF-23-X-C-II-1
Itumirim SF-23-X-C-I-3	Itutinga SF-23-X-C-I-4	Madre de Deus de Minas SF-23-X-C-II-3

Figura 1 - Articulação das folhas topográficas do IBGE (escala 1:50.000), com a área delimitada em vermelho.

O acesso a partir da cidade do Rio de Janeiro é realizado através da rodovia BR-040 até a cidade de Barbacena, sendo posteriormente utilizada a BR-265 até o trevo de entrada para a MG-332. Segue-se por essa estrada passando-se pela cidade de Nazareno e toma-se o rumo da cidade de Ibituruna. A partir dessa cidade pode-se utilizar diversas vias asfaltadas ou não, bem como trilhas e caminhos.

Um grande problema para se alcançar a área estudada está diretamente relacionado a presença de três grandes rios (das Mortes, Grande e Pirapetinga) que fragmentam a forma de acesso a mesma. Uma primeira parte da área, situada próxima e a oeste da cidade de Ibituruna pode ser acessada somente por estradas não pavimentadas, trilhas e caminhos, tendo como limite sul o Rio Grande e a norte e oeste o Rio das Mortes. Uma segunda parte da área é acessada a partir da utilização da MG-333, que liga as cidades de Ibituruna e Bom Sucesso, de modo que a partir dessa estrada (depois de se cruzar o Rio das Mortes) podem ser utilizados caminhos, estradas não pavimentadas e trilhas com direção para oeste até o rio Pirapetinga. A terceira parte da área pode ser acessada inicialmente pela rodovia MG-335, que liga as cidades de Bom Sucesso e Ijaci. A partir desta podem ser utilizadas estradas não

pavimentadas, trilhas, e caminhos em direção ao sul até se alcançar os rios das Mortes e o Pirapetinga.

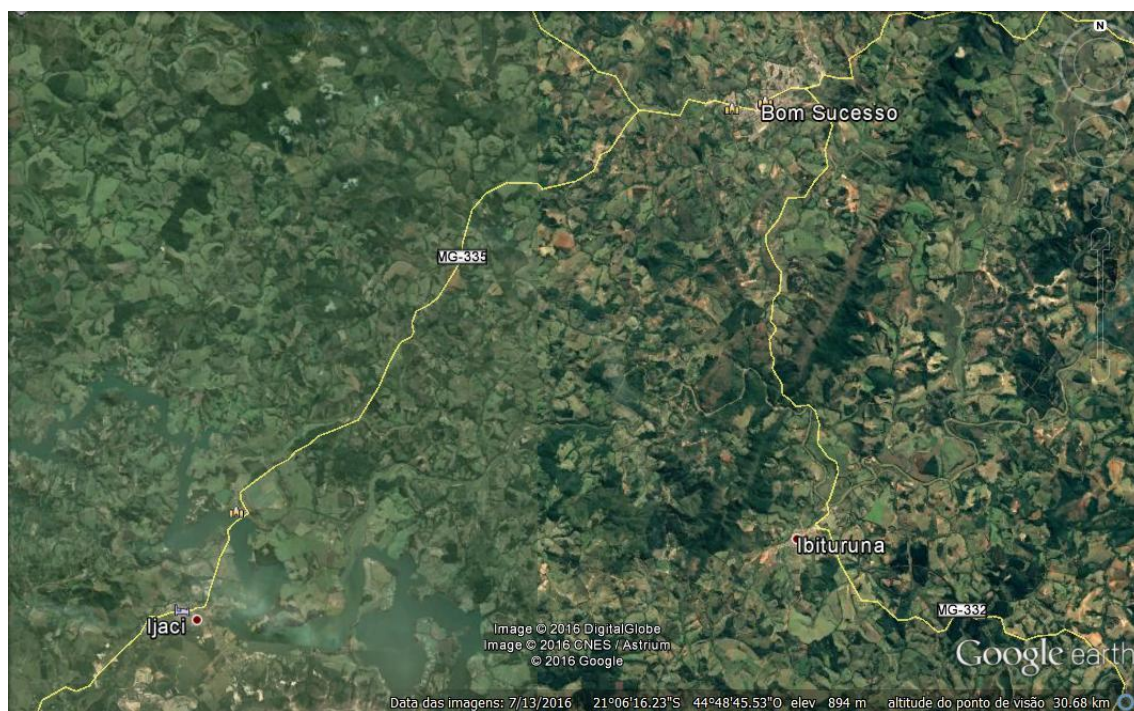


Figura 2 – Imagem de satélite na qual se insere a área de estudo e suas principais vias de acesso, representadas pela MG-333 e MG-335 (Google Maps, acesso 02/08/2016).

4 - METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho foi subdividida em quatro principais etapas, sendo estas: i) pré-campo, que abrangeu a confecção das bases dos mapas utilizados e tabelas de material já existente; ii) campo, envolvendo o mapeamento geológico da área em questão; iii) laboratório, incluindo-se a descrição de lâminas petrográficas, estudo mineralógico por catodoluminescência e por MEV-EDS, bem como a preparação das amostras para análise geoquímica e geocronológica; iv) escritório, envolvendo a confecção do mapa geológico, a interpretação dos dados obtidos e o desenvolvimento do relatório de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

4.1 - Etapa pré-campo

A etapa pré-campo envolveu a confecção dos mapas de campo e de escritório na escala 1:25.000 a partir da ampliação das folhas topográficas Nazareno e Lavras na escala 1:50.000. Essas folhas foram obtidas no banco de dados do IBGE, sendo os arquivos digitais trabalhados no *software Arcgis 10.2.2* e utilizados para a elaboração final dos mapas. Paralelamente foi confeccionado um mapa geológico preliminar na escala 1:25.00 (Figura 3) a partir da compilação dos dados geológicos obtidos na escala de 1:12.500 durante as atividades da disciplina Estágio de Campo 3 (referente aos anos de 2014 e 2015). Esta etapa auxiliou na compreensão do contexto regional, aliada a pesquisa bibliográfica e estudos dos modelos propostos para a região.

Também foi montada uma imagem de satélite utilizando-se o *software* Terra Incógnita, que foi georreferenciada e utilizada de modo a facilitar a localização dos afloramentos, estradas, trilhas, vegetação e possíveis áreas de interesse. Além disso, confeccionou-se uma tabela com as lâminas já existentes (Tabela 1), decorrentes de atividades da disciplina Estágio de Campo 3. Estas foram descritas e inseridas no acervo de lâminas utilizadas no presente trabalho.

Tabela 1 – Listagem das lâminas petrográficas do acervo confeccionadas com sua respectiva litologia.

NZS-3-99	Metagranitoide biotítico	NZS-5-64	Met. Aureliano Mourão
NZS-4-99	Met. Aureliano Mourão	NZS-5-80	Metagranitoide biotítico
NZS-4-147	Met. Aureliano Mourão	NZS-5-142	Met. Aureliano Mourão
NZS-4-177	Met. Aureliano Mourão	NZS-6-202 C	Met. Aureliano Mourão
NZS-5-62	Met. Aureliano Mourão		

4.2 - Etapa de campo

A etapa de campo fundamentou-se no mapeamento geológico na escala 1:25.000 em uma área de aproximadamente 152 km² situada na parte leste da folha topográfica Lavras (SF-23-X-C-I-1) e na porção oeste da folha topográfica Nazareno (SF-23-X-C-I-2), ambas na escala 1:50.000. O levantamento foi efetuado com auxílio do GPS *Garmin* configurado no sistema de coordenadas Córrego Alegre, fuso 23K, para a localização dos pontos. Foram realizadas duas campanhas de campo, sendo a primeira no período de 9 a 15 de abril de 2016 e a segunda de 29 de agosto a 7 de setembro de 2016, resultando em 194 pontos e na coleta de 40 amostras (Tabela 2).

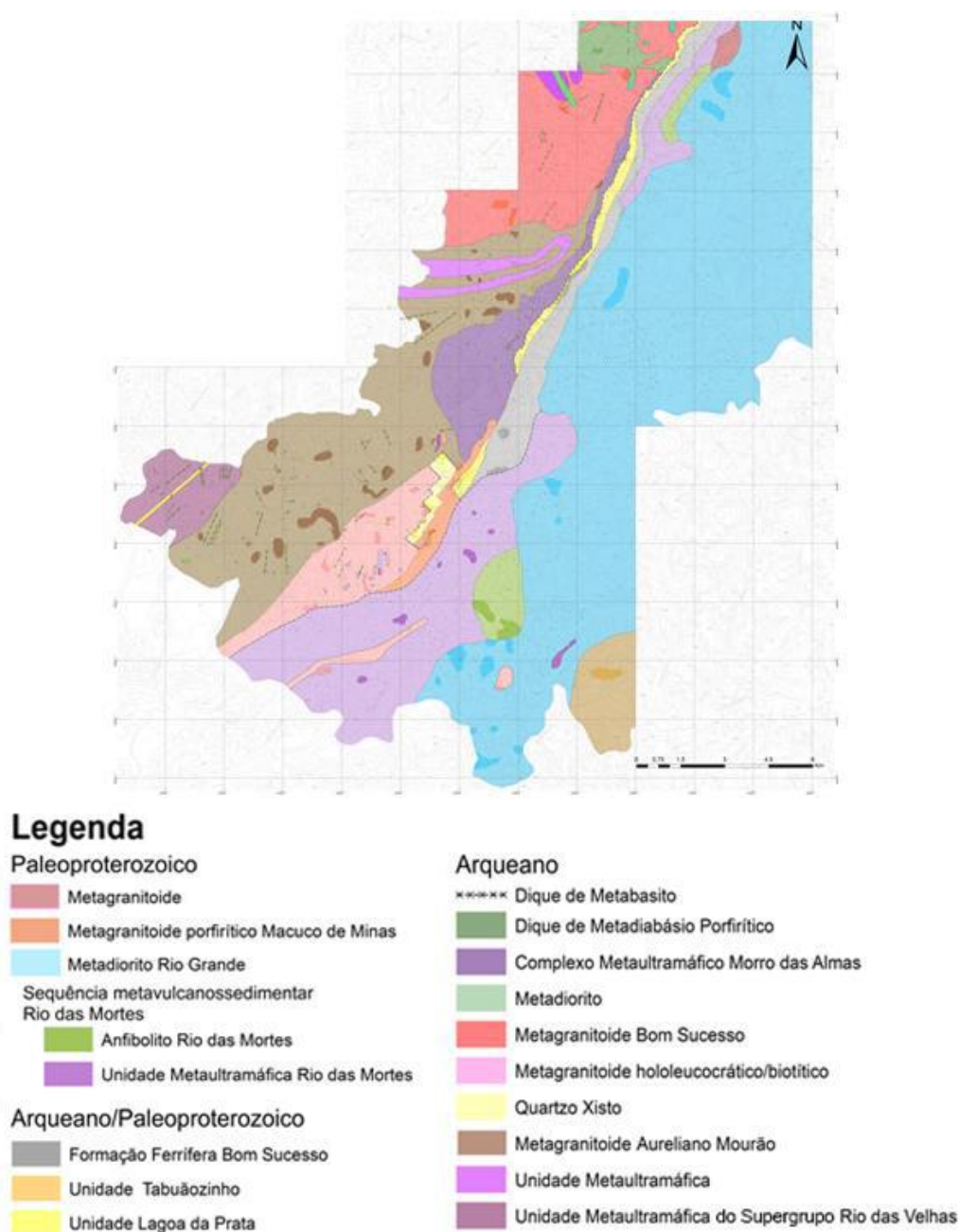


Figura 3 - Mapa litológico integrado com os dados da área de estudo.

As atividades realizadas envolveram a descrição em campo das rochas estudadas e suas características, utilizando-se a sigla PA para a identificação das mesmas, seguida da numeração do ponto. A descrição normalmente incluiu a localização, tipo de afloramento, dimensões, intensidade do intemperismo, índice de cor, mineralogia, granulação, textura, estrutura, tipo de contato, dados estruturais, identificação de feições primárias e elaboração de desenhos esquemáticos para uma melhor compreensão da relação entre os litótipos, além de fotografias de feições de interesse e coleta de amostras. As medidas estruturais foram obtidas em *dip-dip* com o auxílio da bússola *Brunton 8099 Pro Eclipse* com declinação 19° W.

4.3 - Etapa de laboratório

As amostras obtidas em campo foram selecionadas para serem laminadas, tendo como base a representatividade do material e, quando possível, escolhidos aqueles fragmentos que apresentassem menor grau de alteração. Essa etapa incluiu o estudo do material coletado em campo por diferentes técnicas, dentre as quais serão explicadas a seguir.

Tabela 2 – Listagem das lâminas petrográficas confeccionadas com sua respectiva litologia.

PA-01 A	Met. Aureliano Mourão	PA-56 B	Met. Aureliano Mourão
PA-01 B	Metagranitoide biotítico	PA-72	Met. Aureliano Mourão
PA-01 C	Metagranitoide biotítico	PA-82	Metagranitoide fino
PA-01 D	Metagranitoide fino	PA-86	Metadiabásio
PA-01 E	Metagranitoide fino	PA-100	Met. Aureliano Mourão
PA-01 F	Xenólito	PA-123	Met. Aureliano Mourão
PA-01 G	Metadiabásio	PA-124 A	Met. Aureliano Mourão
PA-11	Met. Aureliano Mourão	PA-124 B	Metagranitoide Bom Sucesso
PA-16	Met. Aureliano Mourão	PA-125	Met. Aureliano Mourão
PA-17	Met. Aureliano Mourão	PA-129	Met. Aureliano Mourão
PA-18	Met. Aureliano Mourão	PA-132	Metadiabásio
PA-19 A	Met. Aureliano Mourão	PA-134	Metagranitoide Bom Sucesso
PA-19 B	Metadiabásio	PA-142	Met. Aureliano Mourão
PA-21	Metagranitoide	PA-153	Met. Aureliano Mourão
PA-52	Met. Aureliano Mourão	PA-155 A	Metagranitoide Bom Sucesso
PA-54 A	Met. Aureliano Mourão	PA-155 B	Xenólito
PA-54 B	Met. Aureliano Mourão	PA-166	Metagranitoide Bom Sucesso
PA-54 C	Met. Aureliano Mourão	NZS-5-37	Metagranitoide biotítico
PA-54 D	Metadiabásio	NZS-4-143	Met. Aureliano Mourão
PA-56 A	Met. Aureliano Mourão	NZS-5-41	Metagranitoide hololeucocrático

4.3.1 - Petrografia

O acervo petrográfico desse trabalho conta com 63 lâminas delgadas, sendo 23 obtidas através da disciplina Estágio de Campo III e 40 relativas ao trabalho atual. Todas as lâminas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Museu Nacional (LLMN) a partir das amostras coletadas durante as atividades de campo. A descrição das lâminas foi realizada no Laboratório de Mineralogia e Petrologia do Museu Nacional (LMP-MN) com o microscópio

Zeiss AxioCam, bem como no Laboratório de Petrologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com microscópio semelhante.

Esse estudo propiciou a observação detalhada da mineralogia da rocha, permitindo a definição dos minerais essenciais, acessórios e secundários, bem como foi possível a identificação das texturas presentes e de feições que apontassem para a relação entre os minerais. Para tal, foi seguido um roteiro de descrição petrográfica para auxiliar no procedimento (Tabela 3).

Tabela 3 – Roteiro para descrição de lâminas petrográficas.

Ordem de descrição	Feição a ser descrita
1	Índice de cor
2	Granulação
3	Textura
4	Mineralogia global da rocha: - Minerais essenciais - Minerais acessórios ou traço - Minerais secundários
5	Descrição de cada mineral: - Contorno dos grãos - Tamanho - Inclusões - Intercrescimentos - Transformações - Reações ígneas - Reações metamórficas - Outras feições importantes
6	Ordem de cristalização e transformações
7	Classificação no diagrama correspondente
8	Desenho da seção tipo

4.3.2 - Catodoluminescência

A luminescência é um processo de emissão de luz que ocorre em uma substância quando um elétron libera o excesso de energia utilizada para alcançar o estado excitado através de fótons e retorna ao seu estado fundamental (de menor energia). Esse efeito dá-se devido a existência de defeitos pontuais nos cristais, cuja energia dissipada pelos elétrons pode encontrar elétrons livres e excitar os centros impuros do mineral.

A intensidade da catodoluminescência é proporcional à voltagem da aceleração e à densidade de corrente, sendo definida de acordo com os minerais de interesse e o tipo de rocha estudada. Desse modo, a análise é realizada inserindo-se uma lâmina petrográfica na câmara a vácuo de um microscópio. Em seguida é ligado um feixe de elétrons, que ao incidir na superfície do mineral, emite uma luminescência característica. Esta análise tem como objetivo auxiliar na identificação dos tipos de feldspato nas litologias estudadas, bem como

facilitar a identificação de minerais com granulação muito pequena e luminescência anômala para posterior análise detalhada em Microscopia Eletrônica de Varredura.

O equipamento utilizado no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) corresponde a um microscópio petrográfico *Zeiss* modelo *Axioplan* com sistema de captura de imagens MR5 acoplado a um sistema de catodoluminescência ótica CITL modelo TP5 e objetivas *Zeiss* EC Epiplan Neofluar 5x e EC Epiplan Neofluar HD 10x, sob corrente de emissão 250 μ A e voltagem de 15 kV, com detector de elétrons retroespalhados (BSE). Nessa etapa foram estudadas 7 lâminas, sendo 5 do metagranitoide Aureliano Mourão, uma do metagranitoide biotítico e uma do metagranitoide hololeucocrático.

4.3.3 - Microscopia Eletrônica de Varredura com EDS (MEV-EDS)

O microscópio eletrônico de varredura é um equipamento que funciona a partir da emissão de um feixe de elétrons, cuja variação de voltagem ocasiona sua aceleração em direção a uma amostra. Quando isso ocorre, os elétrons que se encontram na camada mais externa dos átomos são excitados, mudando de níveis energéticos e liberando energia, de modo que essa possa ser associada aos elementos químicos existentes no mineral de estudo. O uso de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com espectrômetro de energia dispersiva (EDS) foi de grande importância para a determinação da composição química dos minerais, de modo a auxiliar na caracterização da rocha e sua mineralogia, principalmente em grãos com tamanho muito pequeno e em minerais de alteração.

O estudo em MEV-EDS foi realizado no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), em um equipamento de modelo Quanta 400 equipado com um sistema de microanálise química por dispersão de energia (EDS) Bruker Nano Quantax 800 e detector Xflash 5010, tecnologia SDD (*silicon drift detector*) com janela de 20 mm², tendo enfoque nos litótipos do metagranitoide Aureliano Mourão e do metagranitoide hololeucocrático e biotítico. Foram analisadas 3 lâminas nessa etapa, uma de cada litótipo.

4.3.4 - Preparação de amostra para geocronologia

Foram coletadas duas amostras do metagranitoide Aureliano Mourão (coordenadas 0521320/7662149 e 0525693/7667439), uma do metagranitoide hololeucocrático (0522034/7662046) e uma do metagranitoide biotítico (coordenada 0520095/7660169) para seleção dos grãos de zircão para análises por U-Pb. As amostras foram trabalhadas no Laboratório de Preparação de Amostras da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, sendo que a amostra do metagranitoide hololeucocrático foi de um saprólito e a mesma foi processada e concentrada diretamente no campo. A escolha das amostras baseou-se na

qualidade do material, tendo o cuidado de se evitar a presença de veios, xenólitos ou qualquer outro fragmento que pudesse interferir no resultado.

Inicialmente os fragmentos coletados foram lavados em água corrente, sendo em seguida colocados para secar. Posteriormente foi realizada a quebra dessas amostras através de um britador de mandíbula (Figura 4), de modo que os fragmentos atingissem tamanho entre 0,5 mm e 2,0 cm, sendo em seguida lavados e o material colocado para secar em estufa a 100°C.

Posteriormente esse material foi pulverizado em um moinho de disco, sendo em seguida bateado para a concentração dos minerais pesados. O produto obtido foi processado em bromofórmio (Figura 4), visando a separação dos minerais leves (quartzo e feldspato) dos pesados. Em seguida foi realizada a separação com imã de mão visando a retirada de magnetita. Logo depois o material foi processado no separador magnético isodinâmico Frantz para a obtenção de um concentrado com zircão.

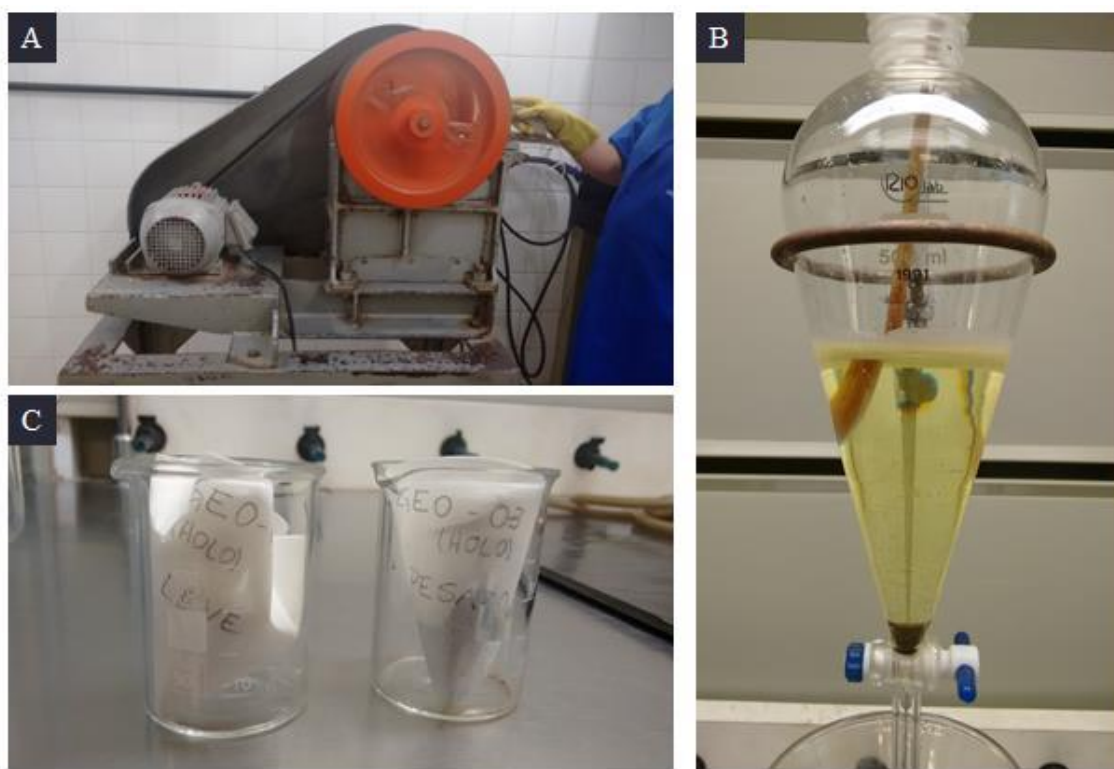


Figura 4 – Etapas para a preparação de amostras. **Fig. 4A**- Britador de mandíbula. **Fig. 4B**- Separação de minerais leves no bromofórmio (CHBr_3). **Fig. 4C**- Resultado da separação com um papel filtro com os minerais leves e outro com os pesados.

5 - CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTECTÔNICO

5.1 - Cráton do São Francisco

Segundo Almeida (1977), o cráton do São Francisco é delimitado pelas faixas móveis Brasília (a sul e oeste), Rio Preto (a noroeste), Araçuaí (a sudeste), Riacho do Pontal, Sergipana (ambas a norte) e Ribeira (ao sul) (Figura 5), sendo que sua estabilidade tectônica foi atingida ao final do Evento Brasileiro. Essas faixas envolvem um embasamento arqueano e paleoproterozoico, que é representado principalmente por migmatitos, gnaisses TTG, granitoides potássicos e faixas *greenstone*. Em termos gerais, o embasamento do cráton do São Francisco é caracterizado pela presença de unidades geradas por sucessivos mecanismos tectônicos, que podem ser expressos por acreções crustais e/ou colisões continentais, desde o Arqueano até o final do Paleoproterozoico.

Os terrenos arqueanos e paleoproterozoicos que constituem o embasamento do Cráton do São Francisco afloram em duas partes distintas, sendo que a maior ocorre no norte e nordeste do estado da Bahia e a menor ao sul em Minas Gerais (Figura 5), na região do Quadrilátero Ferrífero e arredores. Deste modo o núcleo arqueano é representado pelo cráton do Paramirim, que foi estabilizado ao final do Evento Jequié (2,9-2,7 Ga) e retrabalhado durante o evento Transamazônico e Brasileiro (Alkmim, 2004), enquanto a transição Arqueano - Paleoproterozoico é representada pela deposição do material sedimentar do supergrupo Minas e a sequência paleoproterozoica envolve as rochas do cinturão Mineiro, que é delimitado a norte pelo Lineamento Jaceaba - Bonsucesso, a leste pelo lineamento Lafaiete e a sul pelas *nappes* da sequência Andrelândia.

O lineamento Jaceaba - Bom Sucesso bordeja a região a norte da serra de Bom Sucesso e se estende até o Quadrilátero Ferrífero, possui orientação NE-SW e corresponde a uma possível sutura entre a crosta arqueana e as rochas arqueanas/paleoproterozoicas do Supergrupo Minas e as rochas paleoproterozoicas do Cinturão Mineiro.

A evolução neoarqueana do Cráton do São Francisco compreende o desenvolvimento de uma etapa distensiva em uma crosta paleoarqueana TTG com abertura oceânica, seguida por subducção, que ocasionou a formação de gnaisses TTG e do *greenstone belt* Rio das Velhas. Entre 2750 e 2700 Ma intrusões de granitoides potássicos tardios propiciaram a estabilização do paleocontinente São Francisco (Romano *et al.*, 2013), passando este no final do Neoarqueano por processo de rifteamento, instalação de arcos de ilha e estabilização de margem passiva.

5.2 - Complexos Metamórficos Arqueanos (TTGs)

Os complexos metamórficos arqueanos são representados principalmente por ortognaisses TTGs (tonalito-trondhjemito-granodiorito), os quais encontram-se expostos em estruturas de domos e são intrudidos por corpos de composição granítica e granodiorítica. Essas rochas apresentam metamorfismo de fácies anfibolito a granulito, com intenso histórico de deformação e amplo desenvolvimento de migmatitos.

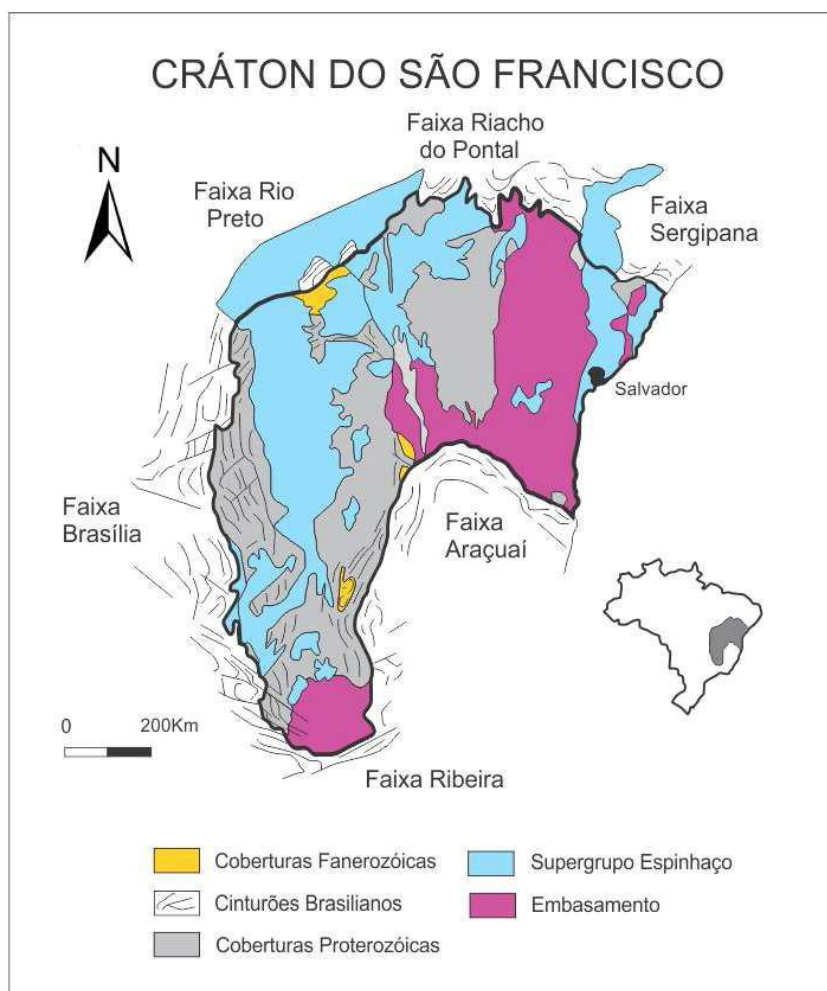


Figura 5 - Cráton do São Francisco e suas faixas marginais, com destaque para a área de estudo (modificada de Alkmim, 2004).

Dentre estes complexos pode-se citar na Bahia os blocos Paramirim, Mairi, Guanambi, Serrinha, Gavião, Porteirinha e Sobradinho, enquanto em Minas Gerais têm-se os complexos Santa Bárbara, Bação, Belo Horizonte, Campo Belo, Passa Tempo, Bonfim e Caeté. Devido a localização da área estudada, será dada maior atenção aos complexos metamórficos situados na borda meridional do cráton do São Francisco.

Pelo menos três eventos de magmatismo e metamorfismo foram definidos para essa região, sendo estes: i) evento Santa Bárbara, caracterizado por ortognaisses TTGs do complexo de mesmo nome com idade entre 3212-3210 Ma. Esses gnaisses possivelmente estão associados ao primeiro estágio formador de crosta siálica TTG (Lana *et al.*, 2013); ii)

evento Rio das Velhas I, com idade entre 2930 e 2900 Ma e cujo magmatismo presente nos complexos granito-gnáissicos ao redor do *greenstone belt* Rio das Velhas denotam intensa expansão da crosta continental com a formação de corpos TTGs (Lana *et al.*, 2013); iii) evento Rio das Velhas II entre 2800-2770 Ma e que coincide com vulcanismo félsico e a deposição de vaques turbidífticas na sequência *greenstone belt* Rio das Velhas (Romano *et al.*, 2013).

Dados geocronológicos obtidos por Lana *et al.* (2013) possibilitaram o entendimento da evolução crustal do cráton do São Francisco durante o Neoarqueano. Esses autores sugeriram que o complexo Santa Bárbara compreenderia as rochas mais antigas da crosta paleoarqueana do cráton até o presente momento, porém grãos de zircão mais velhos já foram encontrados nas rochas metassedimentares do Quadrilátero Ferrífero (Machado *et al.*, 1996). Essa crosta, por sua vez, cresceu durante o desenvolvimento de dois eventos de subducção associados ao magmatismo TTG (Figura 6).

A adição de material juvenil durante os eventos Rio das Velhas I e II na paleocrosta TTG precederam a estabilização da borda meridional do cráton do São Francisco, que por volta de 2750 e 2700 Ma apresentou grandes volumes de intrusões potássicas tardias.

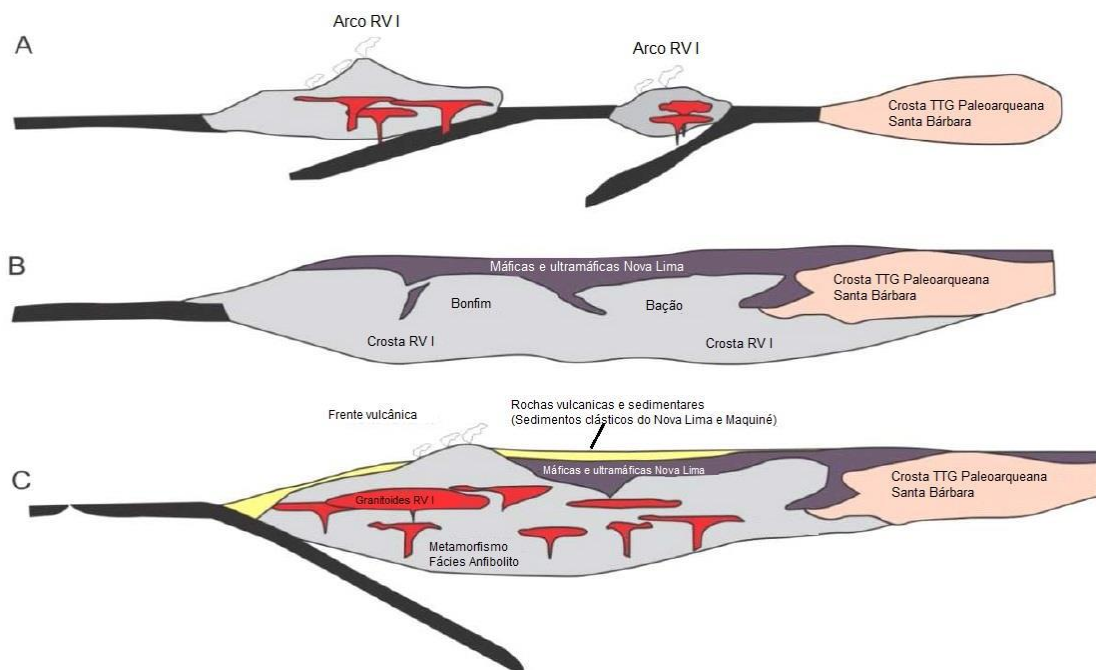


Figura 6 –Modelo de evolução tectônica da crosta TTG Arqueana durante os eventos Rio das Velhas I (RV I) e Rio das Velhas II (RV II) (Lana *et al.*, 2013). A e B- Magmatismo TTG e acreção de material. C- Fusão parcial da base da crosta e *emplacment* de granitoides do RVII.

5.3 - *Greenstone belt* Rio das Velhas

O *greenstone belt* Rio das Velhas é representado por sequências metamáficas, metaultramáficas e pacotes de rochas metassedimentares, os quais estão espacialmente associadas aos complexos metamórficos arqueanos e aos granitoides potássicos tardios. Essas

rochas afloram no Quadrilátero Ferrífero, sendo que o supergrupo Rio das Velhas é constituído pelos seguintes grupos: Quebra Ossos, Nova Lima e Maquiné.

O grupo Quebra Ossos é representado por serpentinitos, metaperidotitos e rochas vulcânicas metaultramáficas, podendo apresentar textura *spinifex* e estruturas em *pillows*. O grupo Nova Lima é subdividido em: unidade basal constituída por rochas de natureza vulcânica máfica e félsica; unidade intermediária de natureza metassedimentar química, caracterizada por metacherts, formações ferríferas bandadas e xistos carbonáticos; e unidade clástica composta por quartzitos, quartzo-xistos e metaconglomerados, cuja idade varia entre 2751 Ma e 2791 Ma (Noce *et al.*, 2005).

Na base do grupo Maquiné encontra-se a formação Palmital, constituída por folhelhos marinhos, quartzitos micáceos e intercalações de xistos e filitos, passando a predominância de quartzitos e metaconglomerados da formação Casa Forte. Este grupo encontra-se em inconformidade e contato gradacional com o grupo Nova Lima, designando uma mudança de ambiente plataformar para costeiro aluvial.

5.4 - Granitoides potássicos tardios

Os granitoides potássicos ocorrem em ampla escala no contexto da borda meridional do cráton do São Francisco, cujo processo de magmatismo intracrustal gera rochas com assinatura cálcio-alcálica, ricas em potássio e que são representadas por granitos e granodioritos associados espacialmente às assembleias TTGs (Romano *et al.*, 2013). Dados geocronológicos U-Pb mostram que essas intrusões marcaram a estabilização da crosta arqueana, sendo as mesmas determinantes para a sustentação da carga de sedimentos oriundos da deposição do supergrupo Minas em uma margem passiva.

Estudos mostram que houve uma distinta mudança no regime tectonotermal da crosta durante o crescimento do cráton no Neoarquano, demonstrando a transição de um magmatismo predominantemente sódico, representado pelos ortognaisses TTG, para um potássico tipificado por granitoides. Isso fica evidenciado através de claras diferenças geoquímicas e de idade entre essas rochas, de modo que os gnaisses TTGs apresentam idade entre 3200-2770 Ma, enquanto os granitoides potássicos entre 2750-2700 Ma (Romano *et al.*, 2013).

Os granitos potássicos tardios ocorrem como *sheets*, pequenos corpos e batólitos que intrudem a crosta TTG arqueana, sendo estes os grandes sustentadores do relevo e topografia atual ao redor dos corpos TTGs e no contato com as rochas supracrustais (Figura 7). Essas intrusões ocorreram devido ao espessamento crustal, que propiciou a fusão parcial da base da crosta continental e a geração de um fluxo de calor para a crosta superior, levando à

diferenciação. Isso fez com que a crosta inferior se tornasse refratária e mais resistente a eventos de fusão, enquanto os elementos produtores de calor migrassem para níveis estruturais mais rasos.

Análises geoquímicas indicaram que estes granitos apresentam natureza calcio-alcalina a shoshonítica, variam de peraluminosos a metaluminosos e são enriquecidos em K_2O e LREE em relação às rochas encaixantes. Diversos corpos graníticos intrudiram a crosta continental arqueana e seu magmatismo data de 2712 Ma a 2614 Ma (Carneiro, 1992; Noce, 1995), sendo que a fase principal de expansão desse magmatismo situa-se entre 2750 e 2700 Ma.

Segundo Romano *et al.* (2013) os pulsos magmáticos associados a geração de granitoides potássicos marcam o fim da fusão parcial em larga escala da crosta arqueana do cráton do São Francisco, provocando a desidratação da região inferior e a formação de uma crosta refratária. Esse evento tornou a litosfera estável, servindo como suporte para a deposição dos sedimentos referentes ao supergrupo Minas.

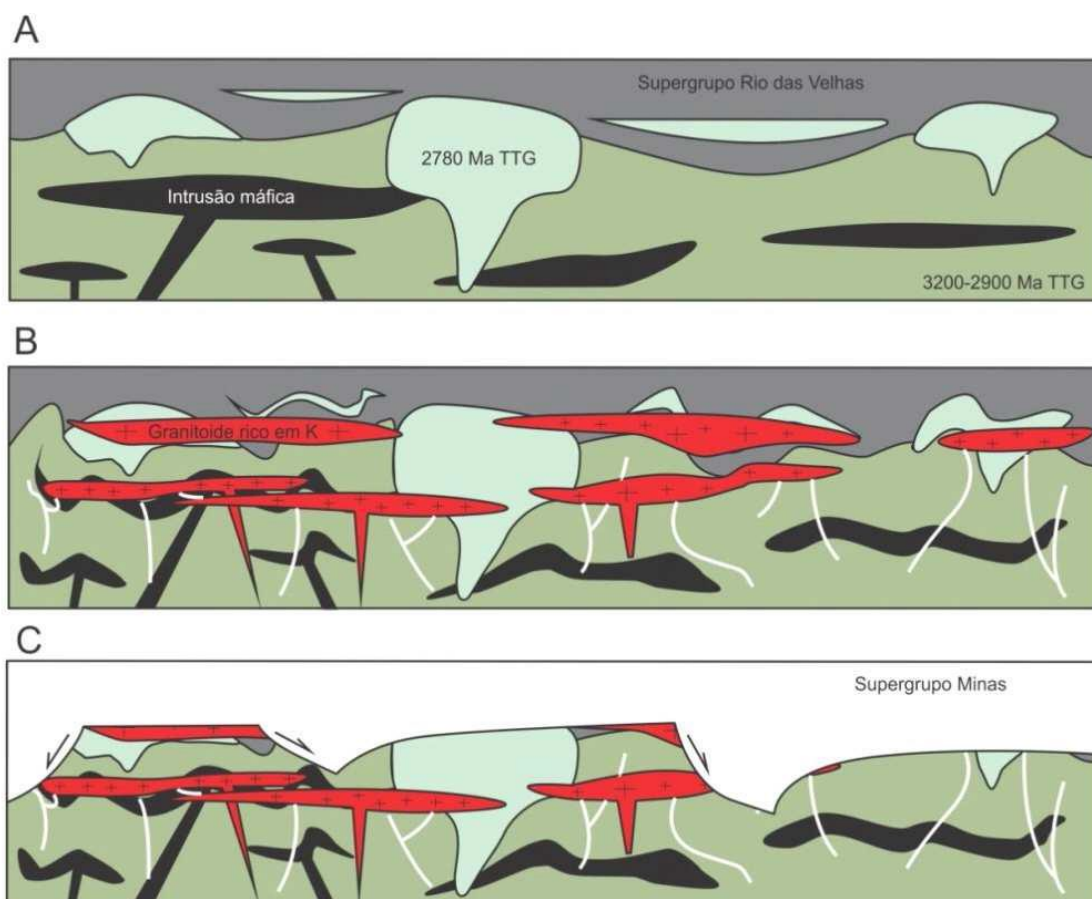


Figura 7 - Modelo simplificado da crosta TTG arqueana na região do Quadrilátero Ferrífero. A- crosta máfica/ultramáfica, anterior às intrusões de rochas TTGs; B- Intrusões de granitoides potássicos (2760-2700 Ma); C- Erosão da crosta formada e sedimentação em margem passiva (Romano *et al.*, 2013).

5.5. Supergrupo Minas

A evolução da bacia Minas é interpretada como formada por uma deposição típica de margem passiva iniciada durante o Neoarqueano e que evoluiu até o Paleoproterozoico. Esta é representada por três grupos, sendo estes: Caraça, Itabira e Piracicaba (Figura 8).

O grupo Caraça é subdividido nas formações Moeda e Batatal, sendo representado por sedimentos aluviais com gradação para ambiente marinho, associado a fase de subsidência da bacia. A base do supergrupo Minas é representada pela formação Moeda, que é constituída por quartzitos e quartzitos com níveis conglomeráticos, cuja idade obtida em grãos de zircão detríticos varia entre 2606 ± 47 Ma (Machado *et al.*, 1996) e 2584 ± 10 Ma (Hartmann *et al.*, 2006). Já na formação Batatal predominam filitos sericíticos, por vezes carbonosos ou ferruginosos, marcando a transição entre os quartzitos da formação Moeda e as formações ferríferas bandadas da formação Cauê (grupo Itabira).

O grupo Itabira é subdividido nas formações Cauê e Gandarela. A Fm. Cauê é representada principalmente por formações ferríferas bandadas (BIFs) e é interpretada como associada a sedimentação plataformar com idade de deposição entre 2,58 e 2,42 Ga (Hartmann *et al.*, 2006), enquanto a Fm. Gandarela é composta por BIF's, carbonatos, dolomitos estromatolíticos, pelitos e calcários, estes últimos com idade de deposição Pb/Pb de 2420 ± 19 Ma (Babinski *et al.*, 1995). Interpreta-se que o grupo Itabira foi depositado após peneplanação (destruição) completa da área de abastecimento, de modo que a condição reinante era de grande estabilidade tectônica e uniformidade climática.

O grupo Piracicaba é representado por uma sequência deltaica e foi subdividido nas formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. A unidade basal, denominada formação Cercadinho, caracteriza-se pela alternância de quartzitos e filitos frequentemente ferruginosos, marcando profundo remodelamento da bacia Minas e o registro sedimentológico de uma perturbação por volta de 2400 Ma. A formação Fecho do Funil é constituída por dolomitos, por vezes interestratificado com quartzito fino, enquanto a formação Taboões é composta por quartzitos de granulação fina e cor cinza. A formação Barreiro consiste em filitos e filitos grafitosos em sobreposição a Fm. Taboões.

O grupo Sabará encontra-se em inconformidade com as unidades anteriores, representando uma sedimentação marinha profunda representada por turbiditos, que ocorrem intercalados com sequências deltaicas. A idade obtida de 2125 ± 4 Ma em grãos de zircão correlacionam a formação da mesma à orogenia Transamazônica, e por esse motivo existem controvérsias se este grupo deveria ser considerado como pertencente ao supergrupo Minas (Ávila *et al.*, 2010).

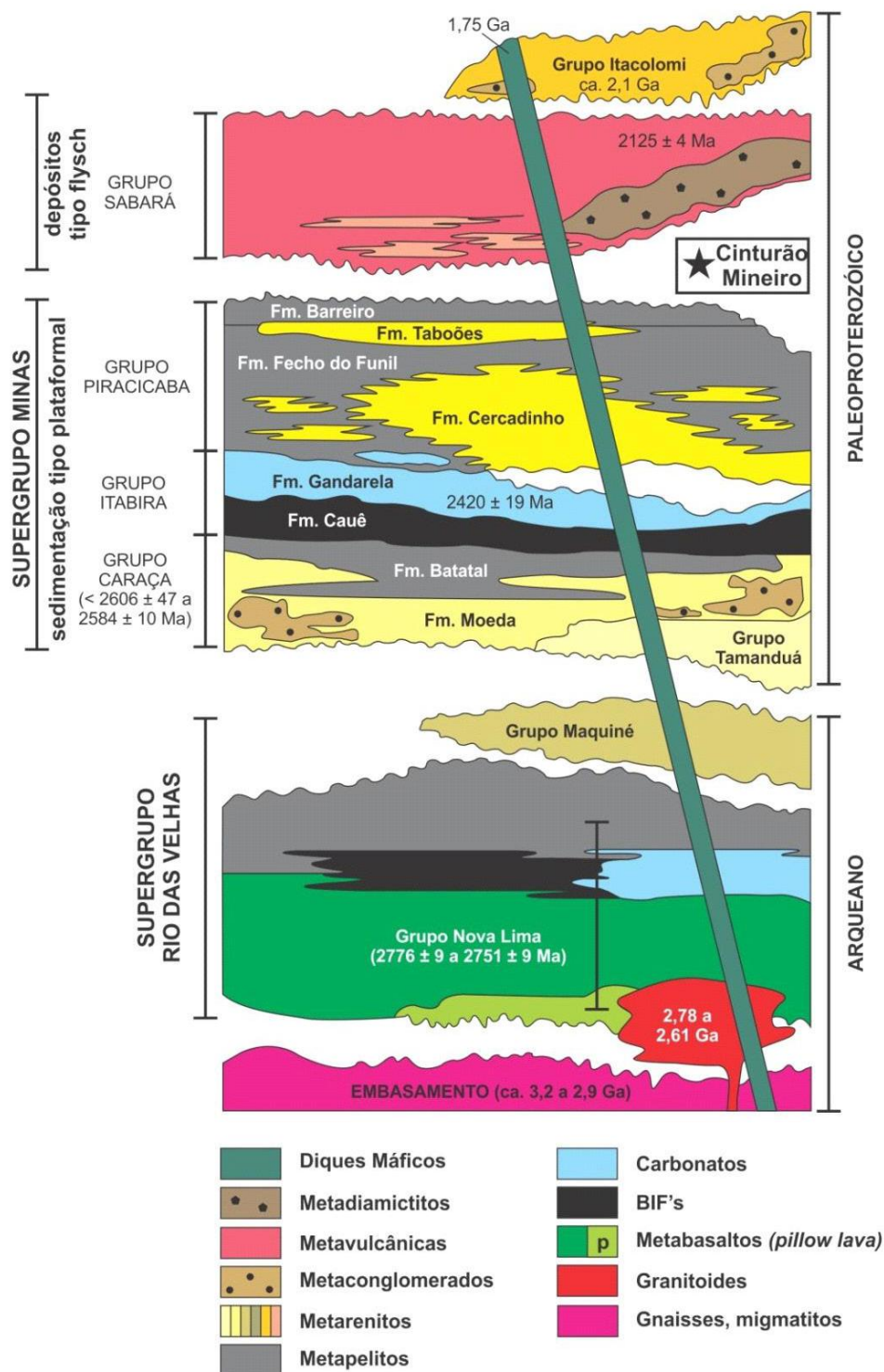


Figura 8 - Coluna estratigráfica do supergrupo Rio das Velhas e supergrupo Minas (Alkmim, 2006) modificada com a separação do grupo Sabará e incluindo o cinturão Mineiro segundo Ávila *et al.* (2014).

5.6 - Cinturão Mineiro

O cinturão Mineiro é representado basicamente por rochas paleoproterozoicas cuja gênese está relacionada ao desenvolvimento de sucessivas zonas de subducção e acreção, que propiciaram a geração de arcos continentais e intra-oceânicos com rochas de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e trondhjemitica. A colisão desses arcos magmáticos

geraram grandes estruturas regionais de orientação NE-SW formando zonas de cisalhamento, com destaque para a colisão do arco Serrinha com o arco Ritápolis (Figura 9), que ocasionou a formação da zona de cisalhamento do Lenheiro (Ávila *et al.*, 2010). Em geral os corpos plutônicos são cálcio-alcalinos, peraluminosos e representados por composições dioríticas, trondjemíticas, tonalíticas, granodioríticas e graníticas.

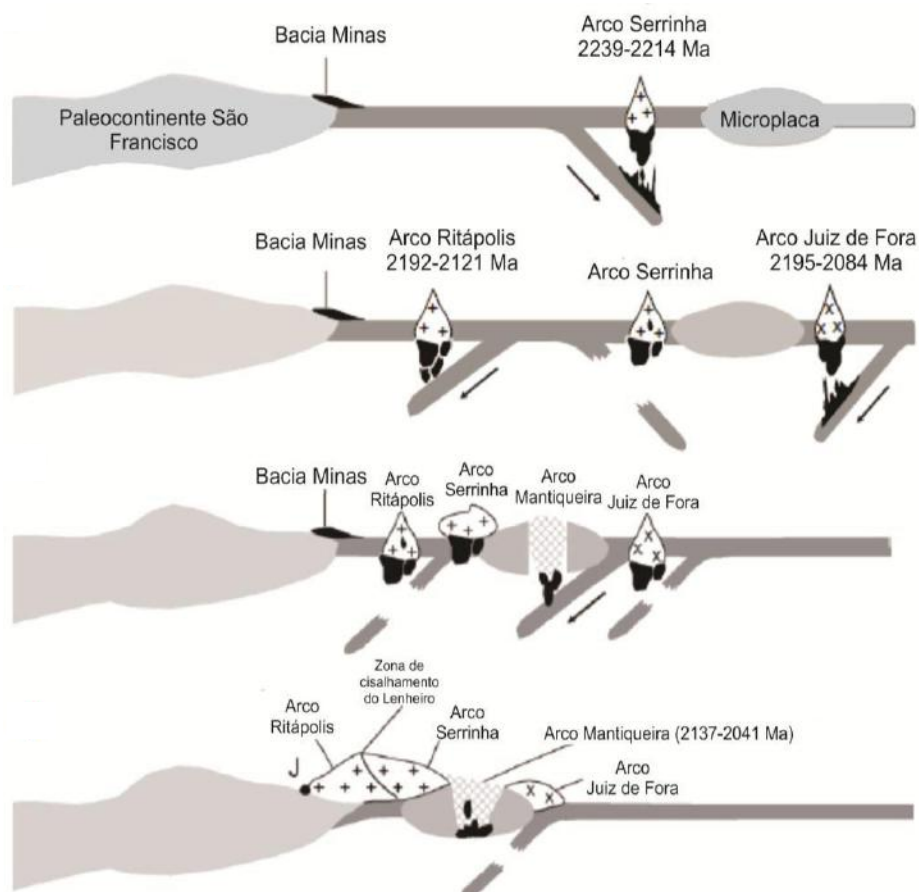


Figura 9 – Modelo de evolução por acreção de arcos para o cinturão Mineiro (Ávila *et al.*, 2010).

Três sequências metavulcano-sedimentares estão tectonicamente associadas a esse cenário paleoproterozoico, sendo estas: Nazareno, Rio das Mortes e Dores de Campos. A sequência metavulcanossedimentar Nazareno localiza-se ao sul da zona de cisalhamento do Lenheiro (Ávila *et al.*, 2012), possui idade entre 2267 ± 14 Ma e $2223 \pm$ Ma e é representada por magmatismo máfico-ultramáfico, envolvendo komatiitos com textura *spinifex*. A sequência metavulcanossedimentar Rio das Mortes situa-se a sul do lineamento Jaceaba - Bom Sucesso e a norte da zona de cisalhamento do Lenheiro, compreende rochas de origem sedimentar e magmatismo máfico com idade entre 2231 ± 5 e 2202 ± 11 Ma (Ávila *et al.*, 2012). Por fim a sequência metavulcanossedimentar Dores de Campos aflora na região entre as cidades de Dores de Campos e Barroso e é constituída principalmente por anfíbolitos, com idade de cristalização de 2255 ± 51 Ma (Ávila *et al.*, 2012), além de rochas metaultramáficas, gonditos e filitos.

Podem ser definidos dois domínios distintos no cinturão Mineiro, os quais são limitados pela zona do Lenheiro: ao norte, envolvendo a sequência metavulcanossedimentar Rio das Mortes, bem como plútons máficos e félsicos com idade entre 2191 ± 9 e 2121 ± 7 Ma (Teixeira *et al.*, 2008; Ávila, 2000); e ao sul, a sequência metavulcanossedimentar Nazareno, representada por rochas subvulcânicas e vulcânicas félsicas da suíte Serrinha e Tiradentes e os plútons máfico-félsicos (Ávila *et al.*, 2014).

6 - GEOLOGIA LOCAL

A geologia da região localizada próxima à cidade de Bom Sucesso encontra-se inserida no contexto geológico da borda meridional do cráton do São Francisco, envolvendo os litótipos que afloram a noroeste do lineamento Jaceaba-Bom Sucesso (Figura 10), que corresponde a uma zona de cisalhamento predominantemente sinistral (Campos & Carneiro, 2008). Esse lineamento corresponde a uma grande sutura e separa três grandes unidades de mapeamento: i) a oeste desse lineamento afloram rochas Paleo, Meso e Neoarqueanas representadas por gnaisses TTG, migmatitos, metagranitoides, metadiabásios e metadioritos dos complexos metamórficos Passa Tempo, Campo Belo e Bonfim; ii) ao longo do lineamento nas serras de Bom Sucesso e de Ibituruna afloram rochas correlatas ao supergrupo Minas, cujos litótipos são representados por quartzitos, formações ferríferas bandadas e mica xistos; iii) a leste do lineamento e das rochas do supergrupo Minas afloram as rochas paleoproterozoicas do cinturão Mineiro, que são representadas por corpos plutônicos e subvulcânicos máficos e félsicos, bem como pelas sequências metavulcanossedimentares Nazareno, Dolores de Campos e Rio das Mortes.

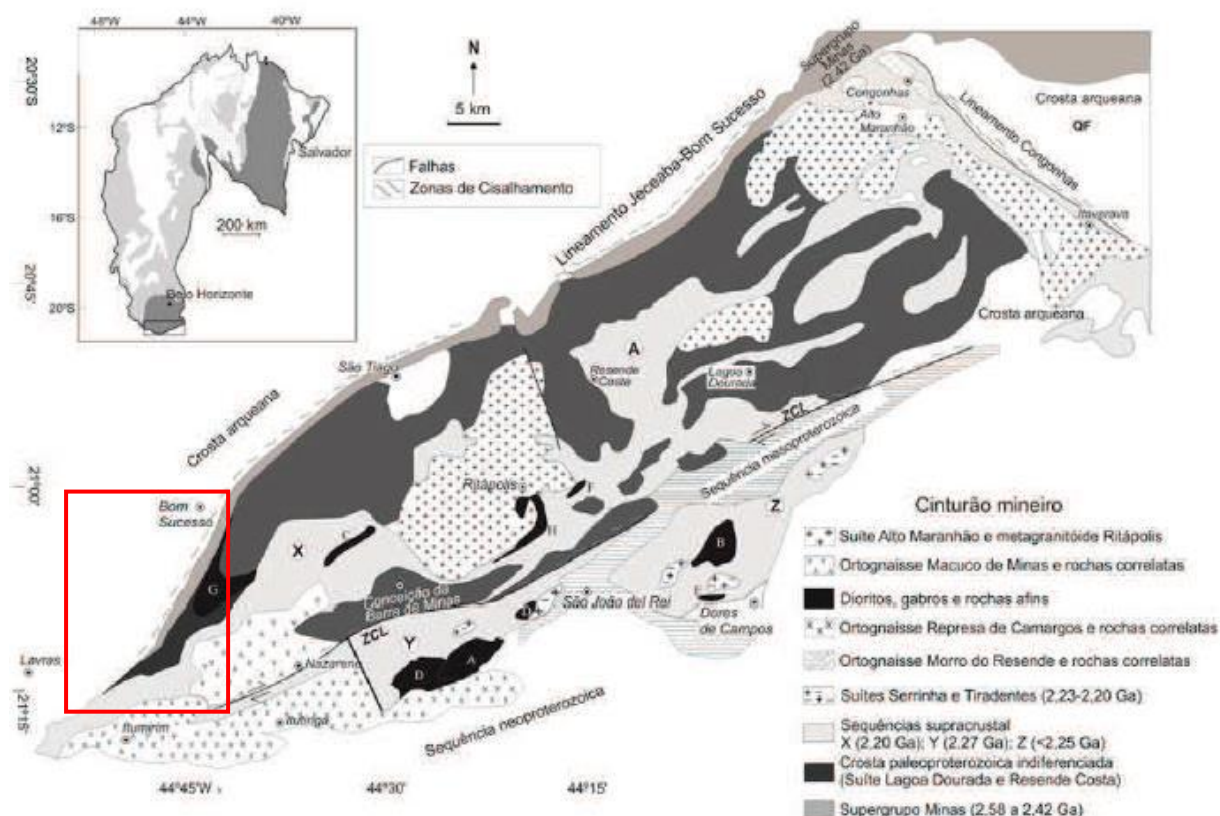


Figura 10 - Mapa geológico da borda meridional do cráton do São Francisco mostrando a crosta arqueana dos complexos metamórficos, o cinturão Mineiro e a serra de Bom Sucesso que corresponde a um prolongamento das rochas do supergrupo Minas que afloram no Quadrilátero Ferrífero (Teixeira *et al.*, 2015), com a delimitação da área de estudo.

Na presente área de estudo foram delimitadas dez unidades de mapeamento, as quais foram cartografadas em escala 1:25.000 (Anexo I – Mapa Geológico), sendo estas:

- 1) Unidade metaultramáfica: ocorre como dois corpos alongados com direção NE-SW, que afloram a oeste da serra de Bom Sucesso e é representada por clorita xistos e clorita-magnetita xistos que estão intensamente alterados. Suas rochas são cortadas por pegmatitos.
- 2) Metagranitoides hololeucocrático e biotítico: abrange dois corpos plutônicos que afloram ao sul do metagranitoide Aureliano Mourão. O metagranitoide hololeucocrático possui índice de cor entre 6 e 8%, apresenta textura equigranular com granulação fina a média e é composto de quartzo, microclínio, plagioclásio e rara mica escura. O metagranitoide biotítico possui textura equigranular, granulação média, índice de cor entre 20 e 30% e suas rochas são fortemente foliadas. É composto por quartzo, plagioclásio, microclínio e abundante mica escura. São intrusivos no metagranitoide Aureliano Mourão e situam-se a sudoeste da serra de Bom Sucesso.
- 3) Metagranitoide Bom Sucesso: aflora em grandes lajedos, varia de hololeucocrático a leucocrático e de equigranular com granulação média a porfirítico com escassos fenocristais de feldspato. É composto de quartzo, plagioclásio, microclínio, mica escura, allanita, zircão e titanita. Encontra-se insipientemente foliado, possui diversos enclaves e é cortado por pegmatitos, diques de metadiabásio e metadiabásio porfirítico.
- 4) Quartzo xisto: encontra-se exposto em pequenos afloramentos no chão e em cortes de estrada, que estão localizados no interior do metagranitoide Aureliano Mourão, podendo corresponder a milonitos do metagranitoide ou a xenólitos de uma sequência metavulcanossedimentar. É constituído por quartzo, muscovita e caolinita.
- 5) Metagranitoide Aureliano Mourão: apresenta textura inequigranular porfirítica, localmente com planos de foliação marcados pela orientação dos fenocristais de feldspato e pelo alinhamento dos grãos de quartzo em fitas. Esse corpo é cortado por uma grande quantidade de diques de metadiabásio e observa-se a ampla variação na proporção, no tamanho e na forma dos seus fenocristais.
- 6) Complexo metaultramáfico Morro das Almas: representado principalmente por serpentinitos, anfibolititos, clorita xistos e clorita-talco xistos que corresponderiam a rochas metamórficas oriundas de protólitos peridotíticos e piroxeníticos.
- 7) Sequência metassedimentar da Serra de Bom Sucesso: representada principalmente por quartzitos da Unidade Lagoa da Prata, xistos e quartzo xistos da unidade Tabuãozinho e BIF's da Formação Ferrífera Bom Sucesso (Neri *et al.*, 2013) que são cronocorrelatas as rochas do supergrupo Minas.
- 8) Unidade metaultramáfica Rio das Mortes: composta principalmente por talco xistos, podendo ainda serem encontrados clorita xistos, clorita filitos e clorita-talco xistos. O contato

desta unidade trunca os contatos das rochas metassedimentares das serras de Bom Sucesso e Ibituruna.

9) Diques de Metadiabásio: apresentam textura equigranular, granulação fina a média e ocorrem principalmente como blocos *in situ*, sendo comum a presença de esfoliação esferoidal. São intrusivos nas unidades arqueanas.

10) Metadiorito Rio Grande: unidade associada a metadioritos e metatonalitos que afloram a leste da serra de Ibituruna e Bom Sucesso. Ocorre como blocos *in situ* de médio a grande porte.

No texto da presente monografia não serão descritas as seguintes unidades: Sequência Metassedimentar da Serra de Bom Sucesso, Metaultramáfica Rio das Mortes, Complexo Metaultramáfico Morro das Almas e Metadiorito Rio Grande.

6.1 - Unidade Metaultramáfica

As rochas da unidade metaultramáfica encontram-se expostas como dois corpos alongados de orientação NE-SW, que afloram a noroeste da Serra de Bom Sucesso (Anexo I – Mapa Geológico). Na presente monografia foram encontrados raros afloramentos frescos dessa unidade, que é representada por clorita xistos e clorita-magnetita xistos fortemente alterados intempericamente (Figura 11), de modo que grande parte das suas exposições ocorrem como saprólitos de coloração avermelhada. Em alguns pontos é possível observar uma foliação bem desenvolvida com mergulho variando entre 60 e 70 graus (Figura 12).

Os xistos encontrados nessa unidade possuem clorita e magnetita, cujos grãos apresentam tamanho de até 2,0 mm, sendo que a presença desta última foi determinada pela atração magnética.

Em um determinado afloramento localizado em um corte de estrada (PA-60) foi observado um veio de quartzo associado a unidade metaultramáfica, sendo que este encontra-se dobrado juntamente com o clorita-xisto, cujo eixo de crenulação tem dip-dip 275/35 (Figura 13). Além disso, é comum a presença de pequenos corpos de pegmatitos cortando as rochas metaultramáficas, sendo que observou-se a presença de um biotitito no contato entre o pegmatito e o clorita xisto (Figura 14).



Figura 11 – Saprólito de clorita xisto da unidade metaultramáfica fortemente alterado (PA-38).

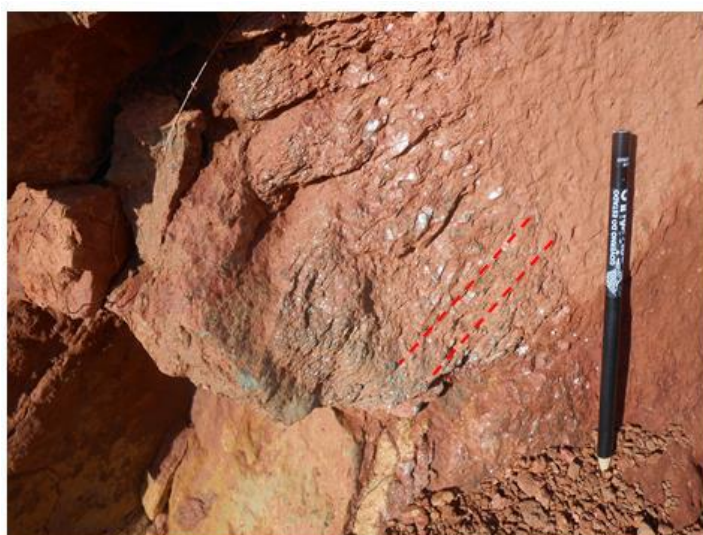


Figura 12 – Foto de clorita xisto da unidade metaultramáfica, com os planos de foliação bem marcados pela clorita (PA-38).



Figura 13 – Veio de quartzo dobrado no clorita xisto da unidade metaultramáfica, com eixo bem definido (PA-60).

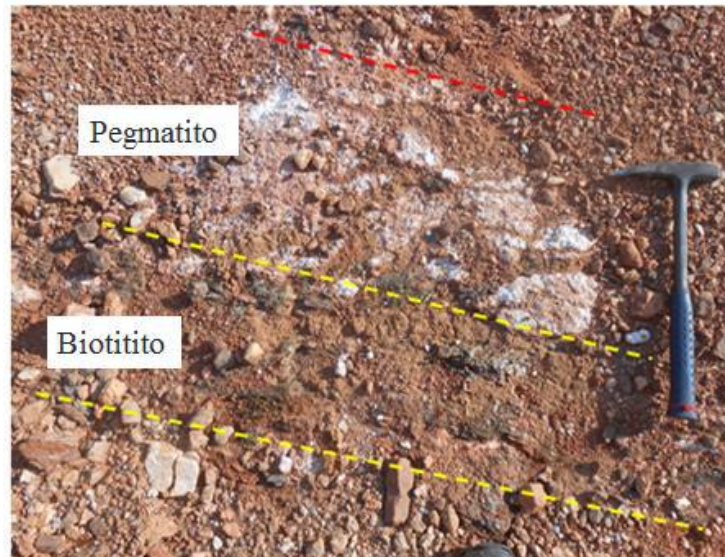


Figura 14 – Pegmatito cortando clorita xisto da unidade metaultramáfica com a formação de nível biotitito na borda (demarcado pelo tracejado amarelo) (PA-38).

6.2 - Metagranitoide hololeucocrático

6.2.1 - Feições de campo

O metagranitoide hololeucocrático encontra-se localizado na porção a oeste da serra de Ibituruna e suas exposições ocorrem sob a forma de blocos *in situ* e pequenos lajedos. Em locais cujos afloramentos apresentam-se mais intemperizados forma-se um saprólito de cor esbranquiçada, rico em caolinita e quartzo e sem percolações de óxidos e hidróxidos de ferro. Diques de granulação fina e hololeucocráticos cortam o metagranitoide Aureliano Mourão e esses foram correlacionados em campo ao metagranitoide hololeucocrático. Além disso, essa unidade encontra-se cortada por diques de metabasito de granulação fina, com predominante orientação NE-SW.

Uma feição marcante desse corpo está relacionada ao seu índice de cor hololeucocrático, de modo que seus blocos apresentam superfície de coloração clara (Figura 15A) e são de fácil distinção em campo. Além disso, essa rocha apresenta grande quantidade de feldspato, por vezes alterado para caolinita, de modo que essa alteração facilitou a distinção do mesmo em relação aos outros metagranitoides, que são leucocráticos.

As rochas desse corpo são classificadas como hololeucocrática, com o índice de cor entre 6 e 8%, dado por agregados de mica escura, que por vezes marcam o plano de foliação (Figura 15B). Apresenta textura equigranular média e foliação pouco evidente, pois possui baixa proporção de minerais máficos. Sua mineralogia consiste em grãos de quartzo anédricos de cor branca a cinza (cerca de 30% da rocha), feldspato anédrico a subédrico de cor branca (64%) e mica escura (5%).

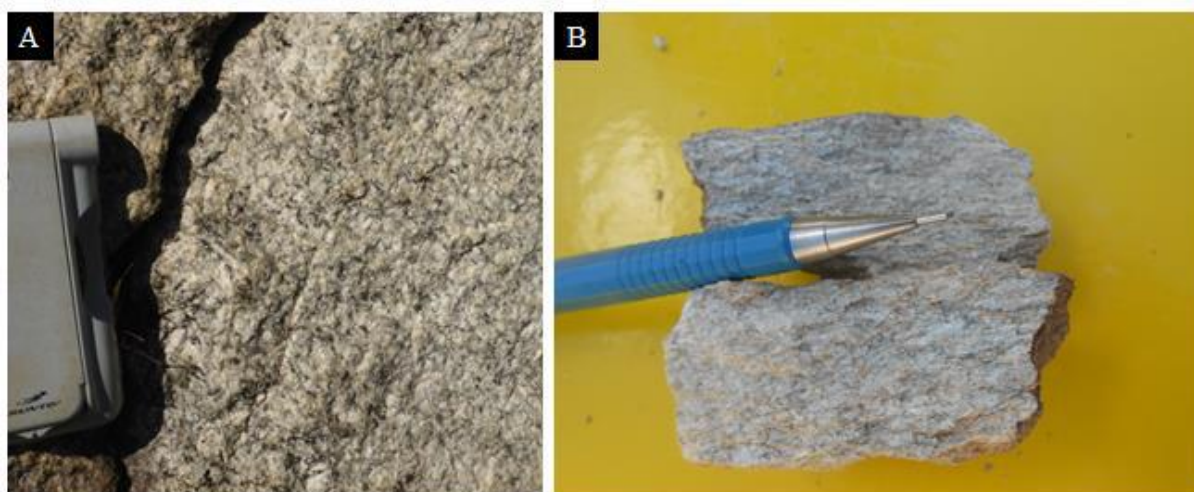


Figura 15 – Feições de campo do metagranitoide hololeucocrático. **Figura 15A** - Visão geral da rocha, de coloração clara. **Figura 15B** - Amostra do metagranitoide hololeucocrático com a formação de planos de mica escura.

6.2.2 – Petrografia

O metagranitoide hololeucocrático apresenta textura equigranular (Figura 16), é hololeucocrático, com índice de cor de aproximadamente 8% (Figura 17) e com granulação desde fina a média com tamanho variando entre 0,8 e 1,5 mm. É composto principalmente por quartzo, microclínio, plagioclásio e mica escura, enquanto a mineralogia acessória é representada por zircão e minerais opacos e a secundária por sericita, epidoto caolinita e muscovita.

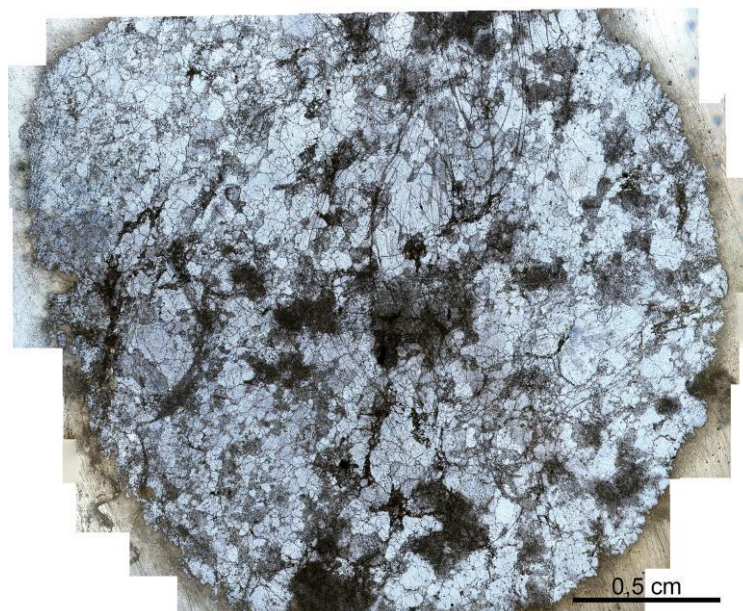


Figura 16 – Visão geral da lâmina do metagranitoide hololeucocrático.

O quartzo apresenta hábito granular, com contatos lobados entre si, ocorrendo principalmente como agregados. Possui tamanho milimétrico (0,6 a 1,3 mm), forma anédrica, inclusões de zircão e é comum a presença de extinção ondulante. O microclínio ocorre em

grãos predominantemente anédricos, varia de 0,5 a 1,5 mm e possui contato serrilhado entre si e com os grãos de quartzo. Apresenta intensa substituição para sericita, sendo comum a presença de núcleo e borda dos grãos alterados, enquanto grãos menos alterados apresentam geminação tartan bem marcada.

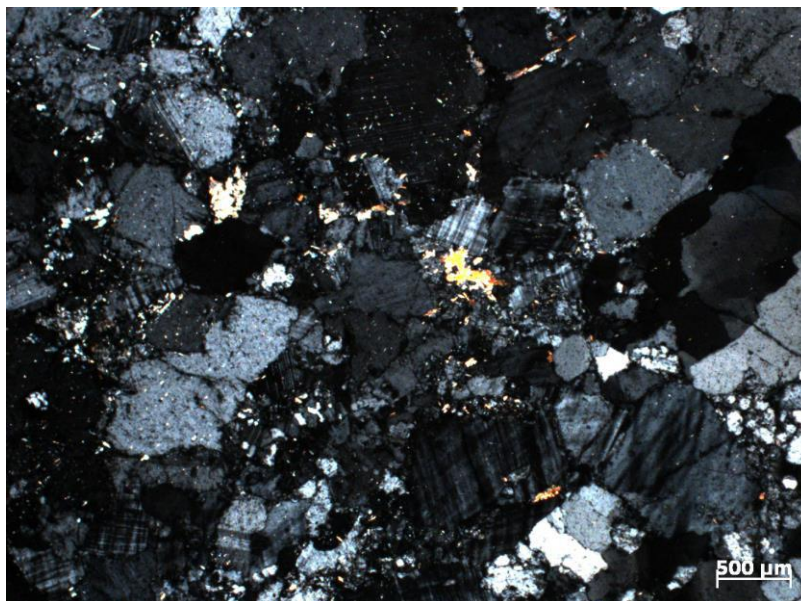


Figura 17 – Aspecto do metagranitoide hololeucocrático, mostrando a textura equigranular fina a média e a abundância de microclínio e quartzo.

Os grãos de microclínio ocorrem principalmente como agregados, muitas vezes recrystalizados, porém também são observados grãos isolados, que estão dispersos na rocha. Localmente foi observada a presença de pertitas. Os grãos de plagioclásio variam de anédricos a subédricos, são muito pequenos (entre 0,7 e 1,2 mm), estão intensamente alterados com a formação abundante de sericita e restrita de epidoto. O processo de alteração secundário mascara a geminação polissintética, o que dificulta a sua identificação.

Em relação aos minerais acessórios destaca-se a presença de zircão e minerais opacos, sendo que estes ocorrem como inclusões no microclínio, no quartzo e no plagioclásio. Os grãos de zircão são raros, apresentam tamanho médio de 0,3 mm e ocorrem na matriz ou como inclusões no quartzo e no microclínio. A mica escura representa cerca de 5% da rocha, seu tamanho varia de 0,3 a 0,6 mm e ocorre como pequenos agregados entre os grãos de feldspato e quartzo.

6.2.3. Catodoluminescência

Através do estudo por catodoluminescência observou-se a predominância de feldspato potássico, que possui luminescência azul em relação ao quartzo e plagioclásio, cujas luminescência são cinza escuro e rosada (Figura 18). Em alguns grãos nota-se a presença de

plagioclásio na borda do feldspato potássico (Figura 19), podendo essa feição ser decorrente de processo de recristalização.

Os grãos de microclínio e de plagioclásio mostram na catodoluminescência forma anédrica com intensa recristalização. Dentre as feições observadas destaca-se a presença de pertitas (Figura 20), caracterizada pela presença de lamelas de plagioclásio no interior do microclínio.

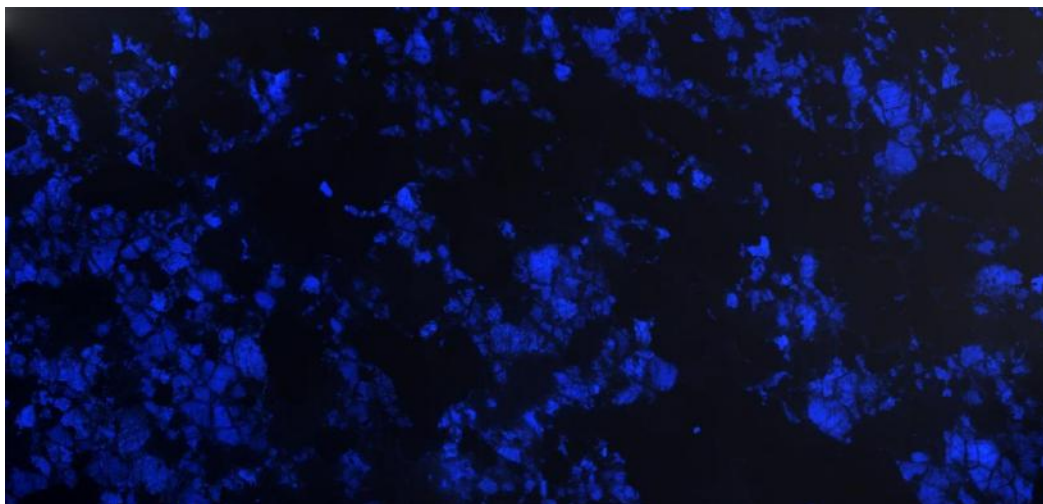


Figura 18 – Imagem em catodoluminescência do metagranitoide hololeucocrático mostrando a predominância de feldspato potássico (azul) em relação ao plagioclásio e quartzo (cinza escuro a rosado).

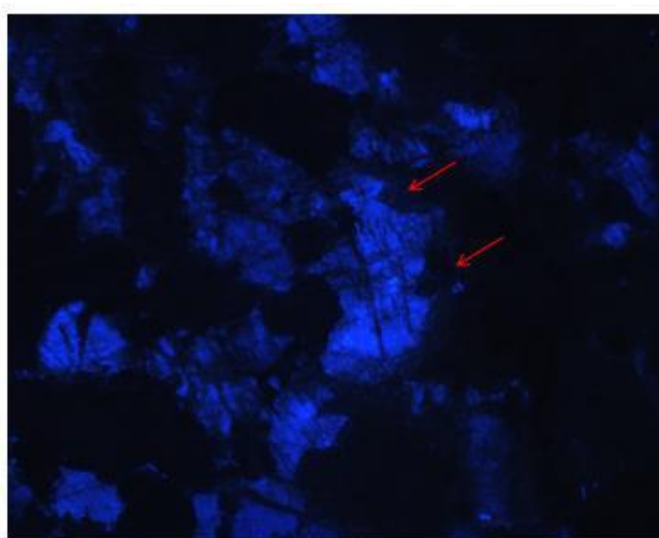


Figura 19 – Imagem de catodoluminescência mostrando feldspato potássico (azul) com borda de plagioclásio (indicados pelas setas) no metagranitoide hololeucocrático (Mesma escala da figura 20).

6.2.4 – Estudo em MEV-EDS

O estudo em MEV-EDS no metagranitoide hololeucocrático permitiu a identificação de minerais de tamanho reduzido e que não puderam ser distinguidos em petrografia de luz transmitida, bem como forneceu informações sobre a composição química dos feldspatos para sua classificação. A partir da utilização dessa metodologia caracterizou-se a presença de pertitas de albita no interior do feldspato potássico (Figura 21). Dentre os minerais acessórios

foi encontrado somente zircão, muitas vezes visto como inclusão no microclínio e também no interior das pertitas (Figura 22A). Caracterizou-se, ainda, que a mica escura ocorre preenchendo os espaços entre os grãos de plagioclásio e microclínio (Figura 22B) e que epidoto e muscovita são minerais secundários e estão associados a alteração do plagioclásio.

A partir das análises químicas obtidas foi determinado que o plagioclásio apresenta natureza sódica (Tabela 4), tendo seus pontos plotados no campo da albita (Figura 23), enquanto o feldspato potássico foi classificado como microclínio (Figura 23). Destaca-se que o plagioclásio apresenta conteúdo de SrO até 2,03% peso, enquanto no feldspato potássico o BaO alcança 0,69% peso (Tabela 5), sendo essas feições distinguíveis em relação aos outros metagranitoides estudados.

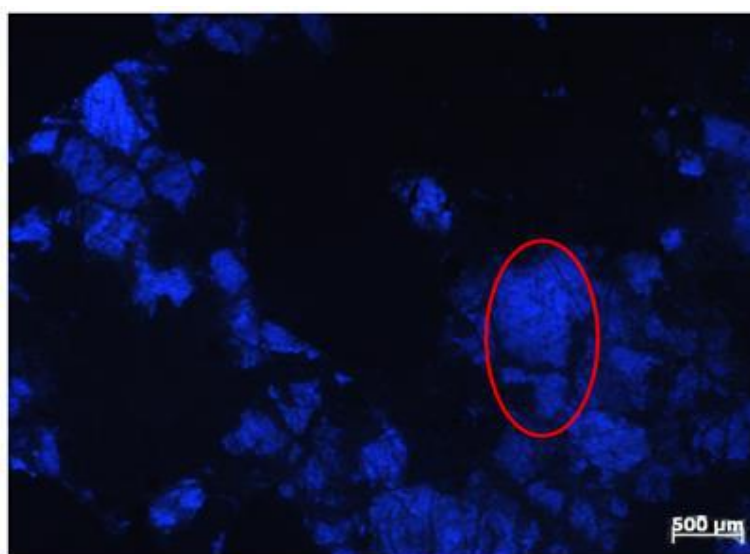


Figura 20 – Imagem de catodoluminescência mostrando presença de pertitas representadas por fiambres de albita no interior de feldspato potássico (círculo vermelho) no metagranitoide hololeucocrático.

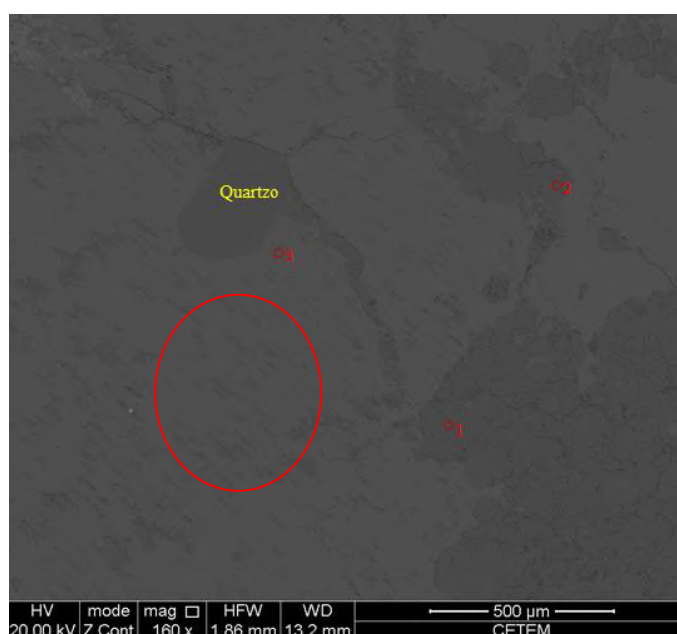


Figura 21 – Imagem de BSE do metagranitoide hololeucocrático mostrando a presença de pertitas de albita no microclínio (círculo vermelho).

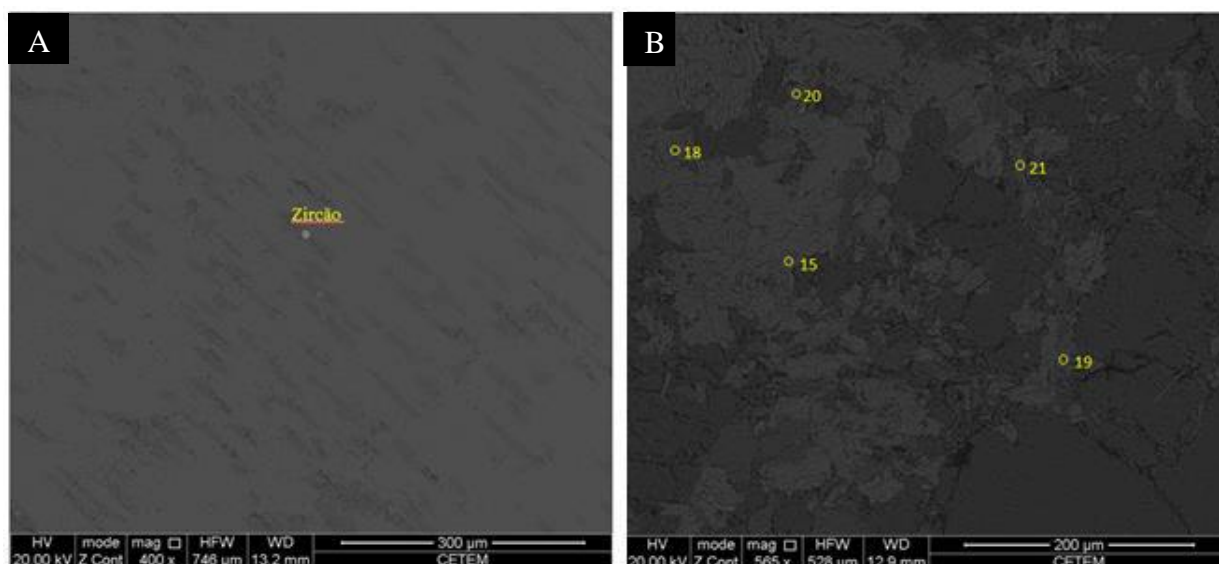


Figura 22 –Imagem de BSE do metagranitoide hololeucocrático. **Figura 22A**- Zircão incluído em microclínio. **Figura 22B**- Mica escura com hábito micáceo entre os grãos de plagioclásio.

Tabela 4 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide hololeucocrático e proporção entre albíta-anortíta-ortoclásio.

	NZS_5_41_01	NZS_5_41_07	NZS_5_41_08	NZS_5_41_09	NZS_5_41_10	NZS_5_41_14
	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	65,79	63,90	65,54	63,66	62,87	62,34
Al ₂ O ₃	20,59	22,27	21,70	22,00	21,96	23,05
CaO	0,75	2,42	1,10	0,78	1,31	1,80
Na ₂ O	11,01	11,23	11,51	11,54	11,84	11,04
K ₂ O	0,24	0,17	0,16	0,25	0,00	0,00
SrO	1,62	0,00	0,00	1,76	2,03	1,78
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32°	P/32°
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	11,30	11,28	11,50	10,97	10,88	10,80
Al	4,17	4,63	4,49	4,47	4,48	4,71
Ca	0,14	0,46	0,21	0,14	0,24	0,33
Na	3,66	3,85	3,92	3,86	3,97	3,71
K	0,05	0,04	0,04	0,05	0,00	0,00
Sr	0,16	0,00	0,00	0,18	0,20	0,18
Na	3,66	3,85	3,92	3,86	3,97	3,71
Ca	0,14	0,46	0,21	0,14	0,24	0,33
K	0,05	0,04	0,04	0,05	0,00	0,00
Soma	3,85	4,35	4,17	4,05	4,21	4,04
Ab	95,06	88,51	94,00	95,31	94,30	91,83
Anor	3,64	10,57	5,04	3,46	5,70	8,17
Or	1,30	0,92	0,96	1,23	0,00	0,00

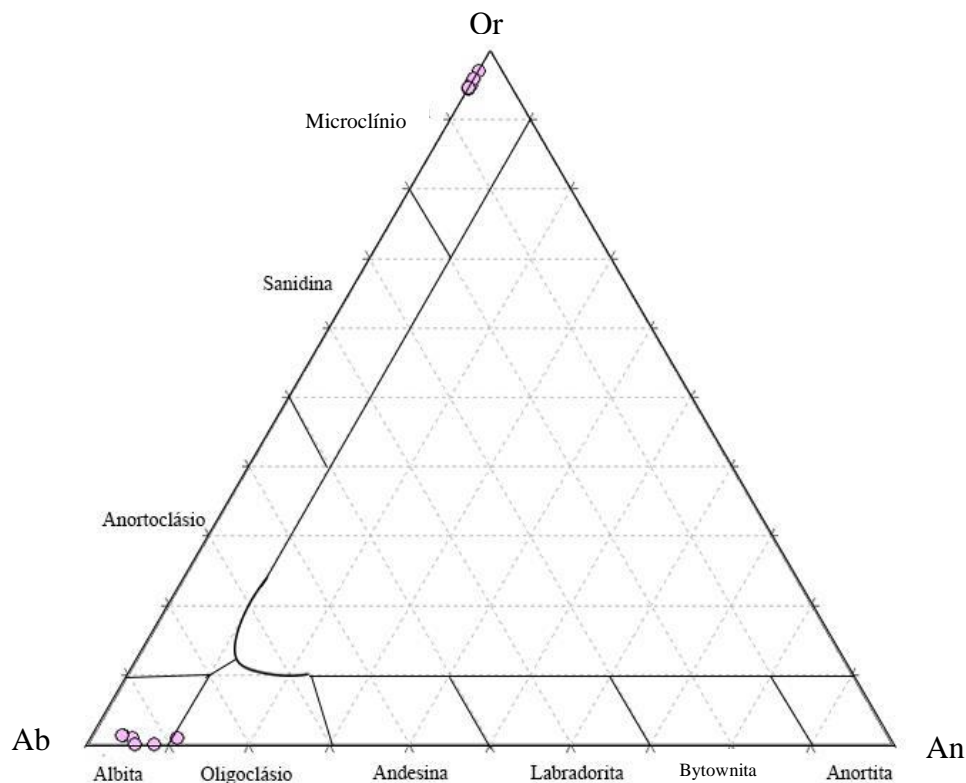


Figura 23 - Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer *et al.*, 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide hololeucocrático.

Tabela 5 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide hololeucocrático e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.

	NZS_5_41_03	NZS_5_41_04	NZS_5_41_05	NZS_5_41_06	NZS_5_41_12	NZS_5_41_16
	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	61,34	61,13	61,27	60,75	61,56	61,70
Al ₂ O ₃	19,35	19,60	19,36	19,48	19,71	19,64
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,63	0,37	0,64	0,53	0,69	0,67
K ₂ O	18,69	18,21	18,25	18,69	18,04	17,43
BaO	0,00	0,69	0,49	0,55	0,00	0,56
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32°	P/32°
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	8,62	8,57	8,61	8,50	8,70	8,73
Al	3,21	3,24	3,21	3,21	3,28	3,27
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,17	0,10	0,17	0,14	0,19	0,18
K	3,35	3,26	3,27	3,34	3,25	3,14
Ba	0,00	0,04	0,03	0,03	0,00	0,03
Na	0,17	0,1	0,17	0,14	0,19	0,18
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	3,35	3,26	3,27	3,34	3,25	3,14
Soma	3,52	3,36	3,44	3,48	3,44	3,32
Ab	4,83	2,98	4,94	4,02	5,52	5,42
Anor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	95,17	97,02	95,06	95,98	94,48	94,58

6.3 - Metagranitoide Biotítico

6.3.1 - Feições de campo

O metagranitoide biotítico normalmente é encontrado em blocos e pequenos lajedos a sudoeste da serra de Ibituruna. É fortemente foliado e marcado por planos de mica escura e magnetita, com strike SW-NE e ampla variação de mergulho

Possui textura equigranular, cristais subédricos, com granulação média entre 2,0 e 3,0 mm e seu índice de cor varia entre 20% e 30%. Sua mineralogia consiste principalmente em quartzo (cerca de 30%), feldspato (cerca de 40%), mica escura (30%) e magnetita, sendo a presença deste último mineral uma feição característica desse metagranitoide em relação aos demais estudados.

Foram observados diques do metagranitoide biotítico cortando o metagranitoide porfírico Aureliano Mourão, indicando assim uma relação temporal entre esses corpos (Figura 24).



Figura 24 – Dique do metagranitoide biotítico intrusivo no metagranitoide Aureliano Mourão.

6.3.2 - Petrografia

O metagranitoide biotítico possui textura equigranular (Figura 25), varia de leucocrático a mesocrático (índice de cor entre 25% e 30%) e apresenta granulação média, cujo tamanho pode variar de 1,0 a 2,5 mm. Suas rochas são compostas principalmente por quartzo, microclínio, plagioclásio e mica escura, tendo como mineralogia acessória apatita, allanita, zircão e minerais opacos. Dentre os minerais secundários são encontrados principalmente sericita, epidoto e caolinita.

Os grãos de quartzo apresentam hábito granular, com contatos predominantemente serrilhados entre si, ocorrendo como agregados e também na forma de pequenos veios. Possui tamanho milimétrico (0,5 a 1,0 mm), grãos anédricos, frequentemente com extinção ondulante e apresenta inclusão de apatita e allanita.

O microclínio ocorre em grãos anédricos (Figura 26A) cujo tamanho varia de 0,5 a 2,0 mm e possui contato serrilhado entre si e com os grãos de quartzo. Apresenta forte alteração para caolinita, possui inclusões de apatita e plagioclásio e observa-se a presença de pertitas.

O plagioclásio ocorre em grãos isolados na rocha, podendo estar incluso no microclínio. Seus grãos são anédricos, variam de 0,5 a 1,0 mm e podem apresentar geminação polissintética complexa. Encontram-se pontualmente com alteração para epidoto, sendo comum a sua substituição para sericita, seja na borda ou no grão por completo (Figura 26B).

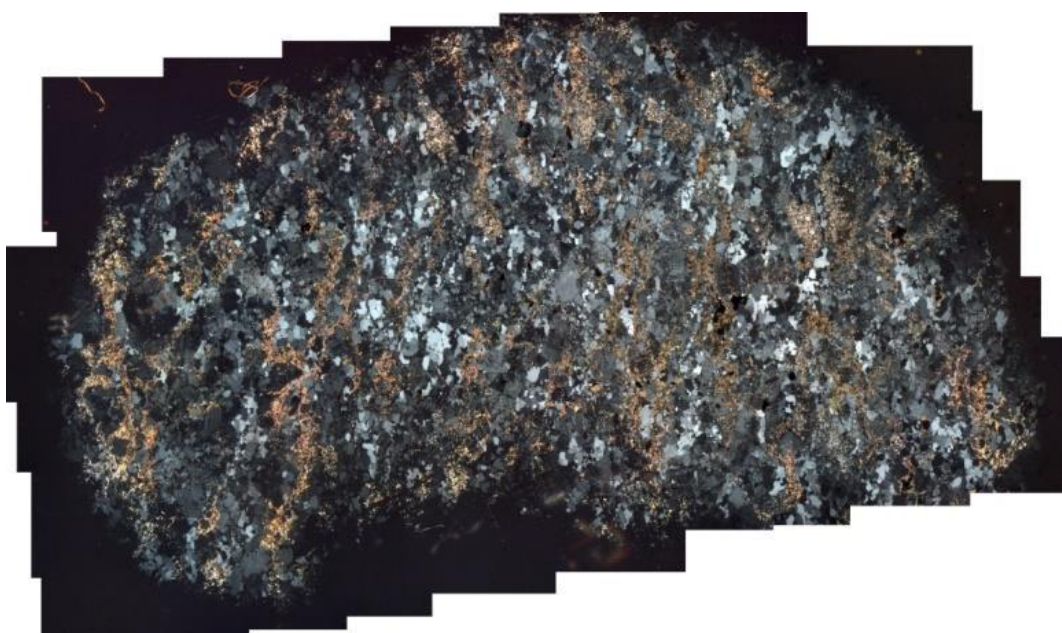


Figura 25 – Visão geral de lâmina do metagranitoide biotítico (NZS-5-37), com destaque para sua textura equigranular e para a foliação marcada pela orientação da mica escura

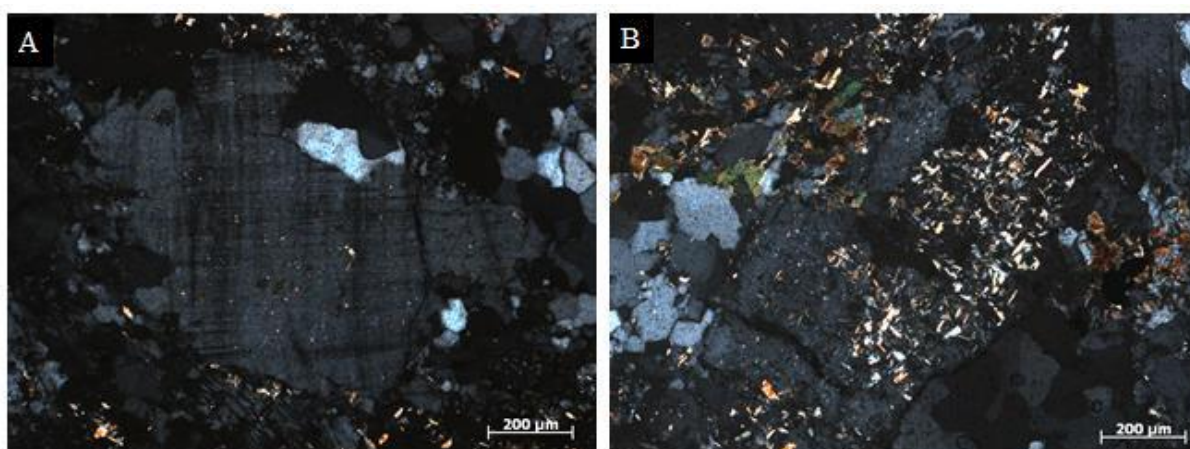


Figura 26 – Feições petrográficas do metagranitoide biotítico. **Figura 26A**- Microclínio anédrico com geminação Tartan bem marcada. **Figura 26B**- Grão de plagioclásio com forte alteração para sericita.

A mica escura compõe entre 20 e 30% da rocha, ocorrendo como agregados entre os grãos de quartzo, plagioclásio e microclínio (Figura 27).

Dentre os minerais acessórios destaca-se a presença de allanita, apatita e zircão, que comumente ocorrem como inclusões no microclínio, quartzo e plagioclásio. A allanita apresenta grãos subédricos a euédricos, cerca de 0,4 mm, ocorre em grãos dispersos na matriz ou como inclusão no microclínio. Os grãos de apatita apresentam tamanho entre 0,1 e 0,2 mm, variam de anédricos a subédricos, possuem hábito granular e ocorrem como inclusão nos grãos de quartzo e microclínio.

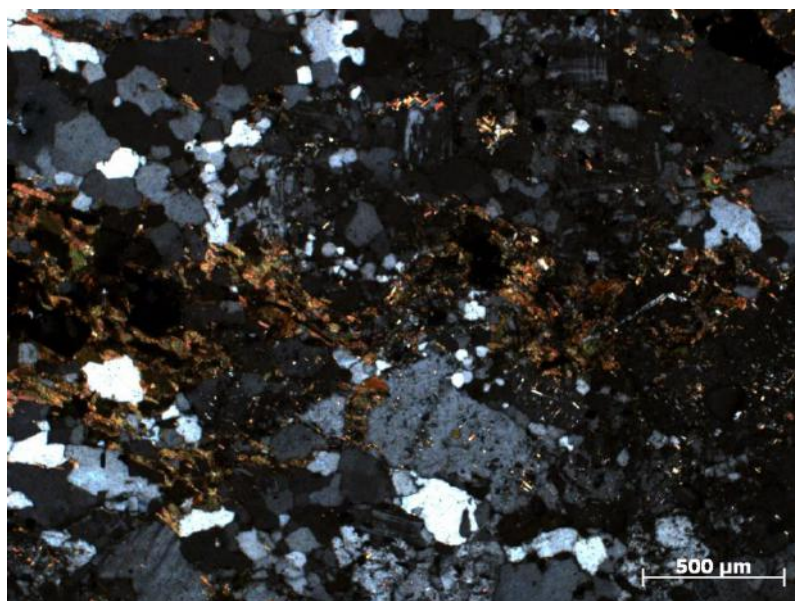


Figura 27 – Presença de agregados de mica escura entre grãos recrystalizados de quartzo e microclínio no metagranitoide biotítico.

6.3.3 - Estudo em catodoluminescência

A partir do estudo em catodoluminescência observou-se o predomínio de plagioclásio, marcado pela luminescência cinza a rosado, em relação ao feldspato potássico, que possui luminescência azul claro a escuro (Figura 28). Constantemente são vistos grãos de microclínio com borda de plagioclásio (Figura 29).

Tanto os grãos de plagioclásio quanto os de microclínio são predominantemente anédricos, podendo ser encontrados alguns grãos de microclínio subédricos com hábito tabular. O quartzo apresenta luminescência preta a violeta claro e possui aspecto intersticial (Figura 30A), pois ocorre entre os grãos de plagioclásio e microclínio. Também foram identificados aglomerados de grãos.

Dentre os minerais acessórios destaca-se a apatita, com luminescência amarelo escuro, além de carbonatos pontualmente presentes com luminescência laranja e associados a alteração de plagioclásio (Figura 30B).

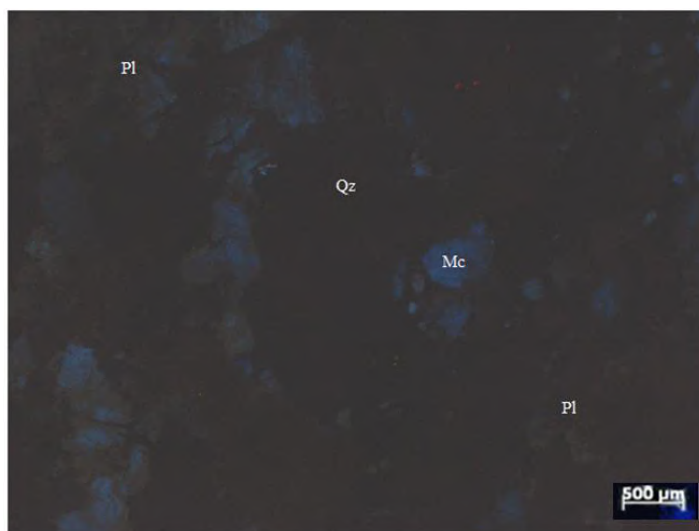


Figura 28 – Imagem de catodoluminescência do metagranitoide biotítico mostrando o amplo predomínio do plagioclásio (cinza) em relação ao microclínio (azul) (As figuras 29 e 30 apresentam a mesma escala).

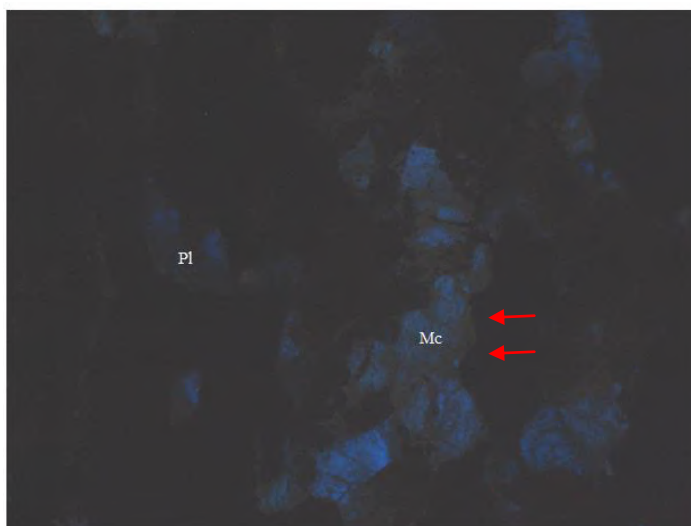


Figura 29 – Imagem de catodoluminescência mostrando núcleo de microclínio com borda de plagioclásio no metagranitoide biotítico (indicado pelas setas vermelhas).

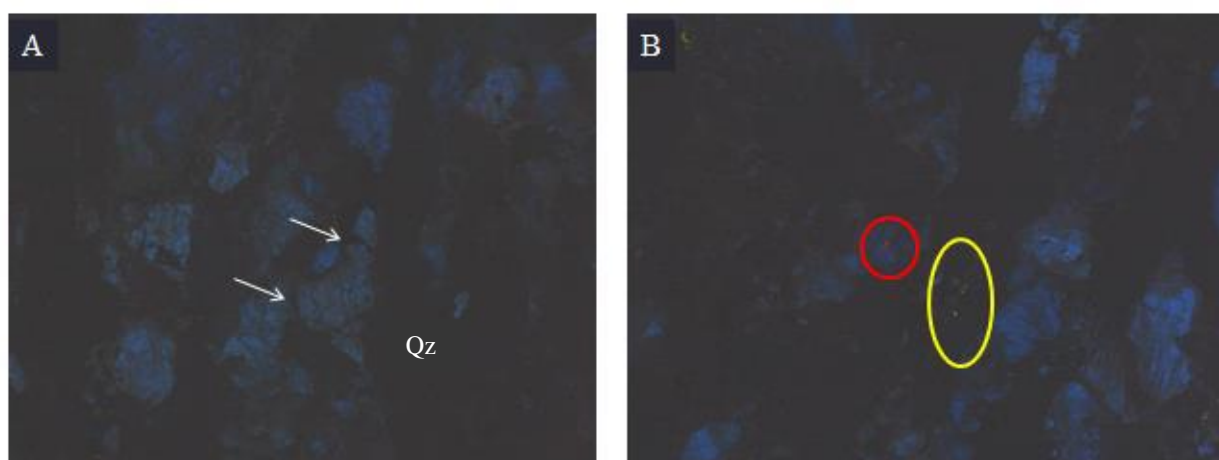


Figura 30 – Feições observadas no metagranitoide biotítico em catodoluminescência. **Figura 30A**– Quartzo intersticial (indicado pelas setas) e como agregados na rocha. **Figura 30B**- Carbonato com luminescência laranja (demarcado pelo círculo vermelho) e apatita com luminescência amarela (círculo amarelo) como principais minerais acessórios observados em catodoluminescência.

6.3.4 - Estudo em MEV-EDS

Foi analisada uma amostra do metagranitoide biotítico com enfoque na caracterização química dos feldspatos, assim como na determinação dos opacos e de feições de interesse. Observou-se a presença de plagioclásio nas bordas de feldspato potássico (Figura 31), estando esses intensamente alterados para sericita. O plagioclásio apresenta enriquecimento na fase sódica em relação à cálcica (Tabela 6), de modo que todas as análises plotaram no campo da albita (Figura 32), enquanto o feldspato potássico foi classificado como microclínio (Tabela 7). Não foram identificados SrO e BaO no plagioclásio e no feldspato potássico.

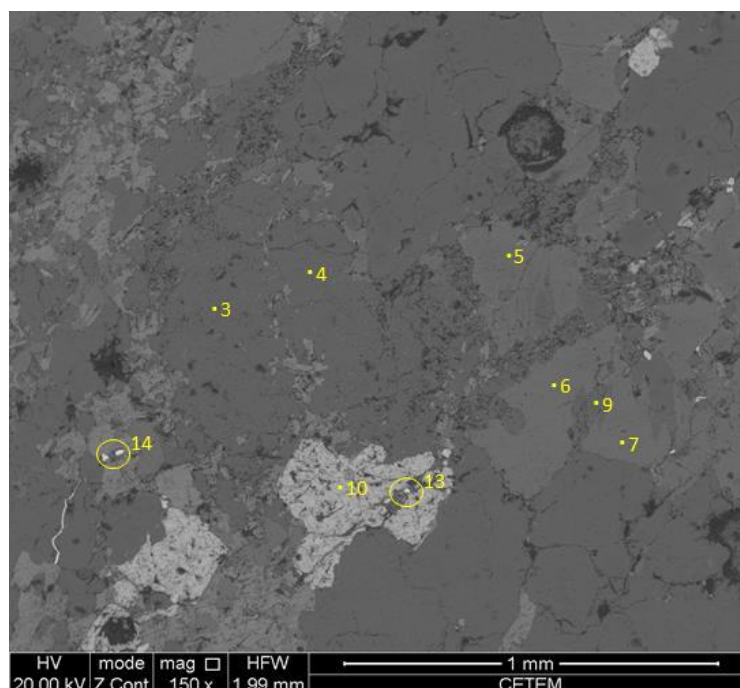


Figura 31 – Imagem de BSE do metagranitoide biotítico mostrando a presença de diversas fases minerais. Análises 3, 4 e 9- Albita. Análises 5, 6 e 7- Feldspato potássico, Análise 10- Magnetita, Análises 13 e 14- Monazita.

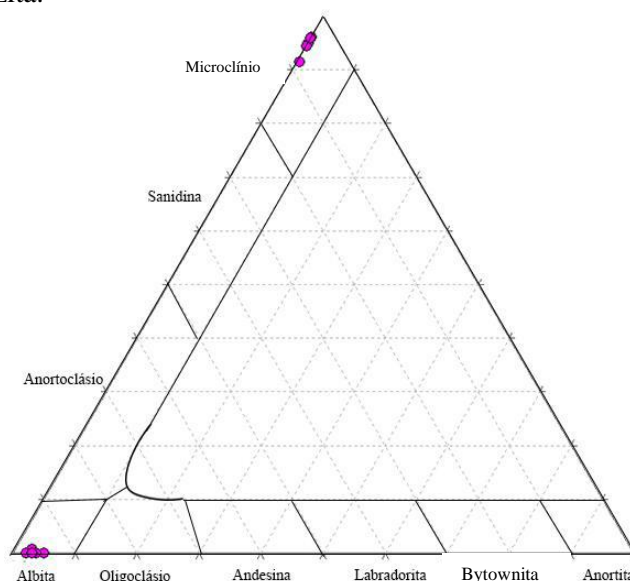


Figura 32 – Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer *et al.*, 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide biotítico.

Tabela 6 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide biotítico e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.

	NZS_5_37_04	NZS_5_37_08	NZS_5_37_09	NZS_5_37_18	NZS_5_37_19
	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	66,96	67,04	66,35	65,88	66,69
Al ₂ O ₃	21,45	21,32	21,76	21,39	21,23
CaO	0,52	0,40	1,03	0,78	0,65
Na ₂ O	10,93	11,25	10,86	11,95	11,43
K ₂ O	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32°	P/32O	P/32O	P/32O
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	11,68	11,72	11,62	11,59	11,69
Al	4,41	4,39	4,49	4,43	4,38
Ca	0,10	0,08	0,19	0,15	0,12
Na	3,70	3,81	3,69	4,07	3,88
K	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	3,7	3,81	3,69	4,07	3,88
Ca	0,1	0,08	0,19	0,15	0,12
K	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma	3,83	3,89	3,88	4,22	4
Ab	96,61	97,94	95,10	96,45	97,00
Anor	2,61	2,06	4,90	3,55	3,00
Or	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 7 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide biotítico e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.

	NZS_5_37_05	NZS_5_37_06	NZS_5_37_07	NZS_5_37_15	NZS_5_37_16	NZS_5_37_17
	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	61,47	61,54	61,88	62,16	62,72	62,51
Al ₂ O ₃	19,47	19,67	19,36	19,80	19,92	19,86
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,65	0,61	0,70	0,46	0,46	0,98
K ₂ O	18,41	18,18	18,06	17,58	16,89	16,65
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32O	P/32°	P/32O	P/32O	P/32O
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	8,66	8,69	8,75	8,81	8,94	8,95
Al	3,23	3,27	3,22	3,31	3,35	3,35
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,18	0,17	0,19	0,13	0,13	0,27
K	3,31	3,27	3,26	3,18	3,07	3,04
Na	0,18	0,17	0,19	0,13	0,13	0,27
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	3,31	3,27	3,26	3,18	3,07	3,04
Soma	3,49	3,44	3,45	3,31	3,2	3,31
Ab	5,16	4,94	5,51	3,93	4,06	8,16
Anor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	94,84	95,06	94,49	96,07	95,94	91,84

Dentre os minerais acessórios nota-se a presença de monazita (Figura 31) e zircão (Figura 33), sendo que o primeiro comumente é encontrado como inclusão nos grãos de microclínio e magnetita. A identificação da monazita só foi possível por MEV-EDS, pois a mesma não foi identificada em microscopia óptica devido seu tamanho reduzido. Dentre os minerais opacos destaca-se a presença de magnetita (Figura 31), em grãos anédricos.

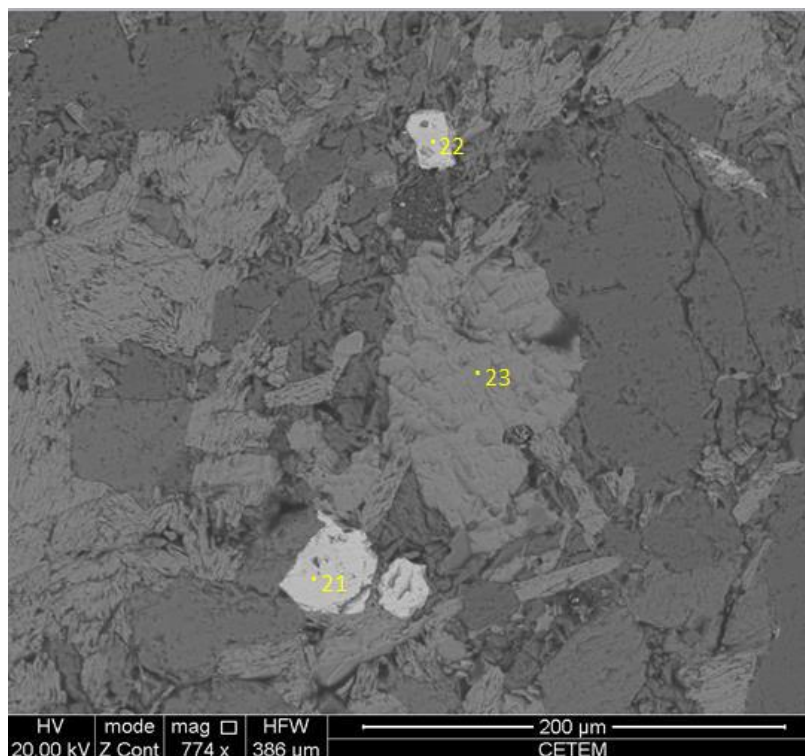


Figura 33 – Imagem em BSE do metagranitoide biotítico mostrando grãos de zircão. Análises 21 e 22- Zircão. Análise 23- Mica escura.

6.4 – Quartzo Xisto

Conforme o avanço do mapeamento geológico foi delimitada uma unidade representada por uma rocha incomum na área, que correspondeu em campo a um quartzo xisto (Anexo I – Mapa Geológico), composto basicamente por quartzo recristalizado, caolinita e planos com mica branca. Essa unidade foi interpretada a partir de relações de campo como sendo o metagranitoide porfirítico com intensa deformação e recristalização, uma vez que sua composição reflete a do referido corpo, somente com muita mica.

Nessa unidade as rochas encontram-se foliadas (Figura 34A), com mergulho variando entre 50° a subvertical e planos de foliação marcados pela mica branca, conforme a orientação do metagranitoide Aureliano Mourão. Os principais afloramentos são encontrados no chão e em cortes de estrada (Figura 34B).

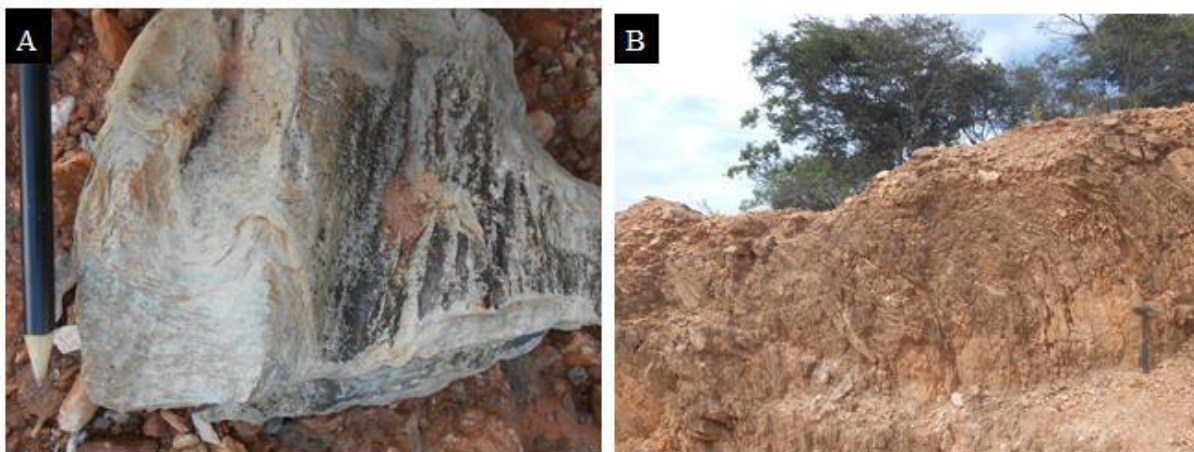


Figura 34 – Feições de quartzo xisto. **Figura 34A**- Visão em detalhe da rocha mostrando planos de foliação evidentes e dobrados. **Figura 34B**- Afloramento em corte de estrada muito alterado onde destaca-se a foliação bem marcada.

6.5 - Metagranitoide Bom Sucesso

As rochas do metagranitoide Bom Sucesso afloram como extensos lajedos de até 50 m (Figura 35) ou ocorrem como blocos *in situ* ou rolados, podendo estarem isolados ou não. O saprólito e o solo dessa unidade apresenta coloração branca ou avermelhada, sendo muitas vezes difícil sua distinção, em campo, em relação ao solo e/ou saprólito do metagranitoide Aureliano Mourão.



Figura 35 – Visão geral de um lajedo de metagranitoide Bom Sucesso (PA-155).

Esse corpo varia de hololeucocrático a leucocrático e apresenta ampla variação faciológica, destacando-se a presença das texturas equigranular média (Figura 36A) e porfírica (Figura 36B), esta última com fenocristais de feldspato entre 1,0 e 2,5 cm. Suas rochas são compostas por quartzo, microclínio, plagioclásio e mica escura, sendo identificados em alguns afloramentos a presença de titanita e allanita.

As rochas do metagranitoide Bom Sucesso encontram-se sutilmente foliadas, sendo a mesma marcada pela orientação dos grãos de feldspato e mica escura segundo o *strike* NE-SW e mergulho em torno de 70°, variando para ambos os lados ($S_n=175/70$, $355/70$). Frequentemente são vistos pegmatitos (Figura 37A) e veios félsicos cortando essas rochas, além da presença de xenólitos de forma sigmoidal (Figura 37B), os quais são compostos quase que exclusivamente por anfibólio. É cortado por diques de metadiabásio.



Figura 36 – Principais texturas encontradas no metagranitoide Bom Sucesso. **Figura 36A**- Textura equigranular de granulação média. **Figura 36B**- Textura inequigranular porfirítica, com fenocristais de até 2 cm feldspato. (Fotografias de Silveira, 2016).

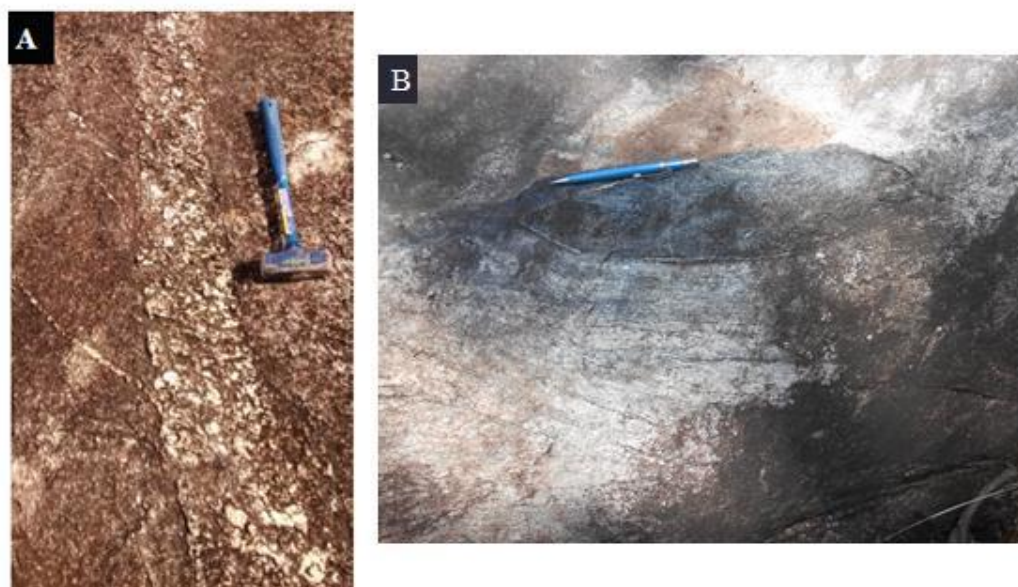


Figura 37 – Feições observadas nas rochas do metagranitoide Bom Sucesso. **Figura 37A**- Corpo pegmatítico com contato retilíneo. **Figura 37B**- Xenólito de anfibolitito com forma sigmoidal (PA-155).

6.6 - Diques de metadiabásio

As rochas dessa unidade ocorrem sob a forma de blocos *in situ* (Figura 38A) ou pequenos lajedos (Figura 38B), sendo que os blocos podem estar alinhados, o que facilita a identificação do seu *strike* e podem alcançar espessura de até dezenas de metros (Anexo I –

Mapa Geológico). Os diques de metabasito cortam as rochas dos metagranitoides Aureliano Mourão, hololeucocrático, biotítico e Bom Sucesso. Ocorrem em grande quantidade na região estudada, de modo que na área de mapeamento foram encontrados diques predominantemente com strike NW-SE e NE-SW, sendo este último o de maior ocorrência. A grande maioria dos diques apresenta borda alterada intempericamente e núcleo preservado, de modo que sua continuidade fica melhor evidenciada nas margens dos rios (Figura 39A), e são diferenciadas dos metagranitoides pela diferença na textura e pela sua coloração cinza escura a esverdeada.

Quando intensamente alterados apresentam saprólito de coloração alaranjada/avermelhada (Figura 39B), por vezes com foliação marcada nas bordas por planos de clorita.

Este litótipo apresenta textura equigranular fina a média, predominantemente entre 0,5 e 4,0 mm, estrutura isotrópica, podendo ser encontrado em alguns pontos a presença de fenocristais de feldspato tabulares ou com contorno irregular (Figura 40). Sua mineralogia consiste basicamente em anfibólio, plagioclásio e epidoto, cujo percentual de anfibólio pode chegar a cerca de 70% do total da rocha em determinados pontos. Comumente os blocos de metabasitos apresentam esfoliação esferoidal, cor preta quando frescos e ocre quando alterados.



Figura 38 – Formas de ocorrência dos diques de metadiabásio. **Figura 38A**- Blocos *in situ* de até 2,0 m de comprimento (PA-182). **Figura 38B**- Lajedos (PA-144).

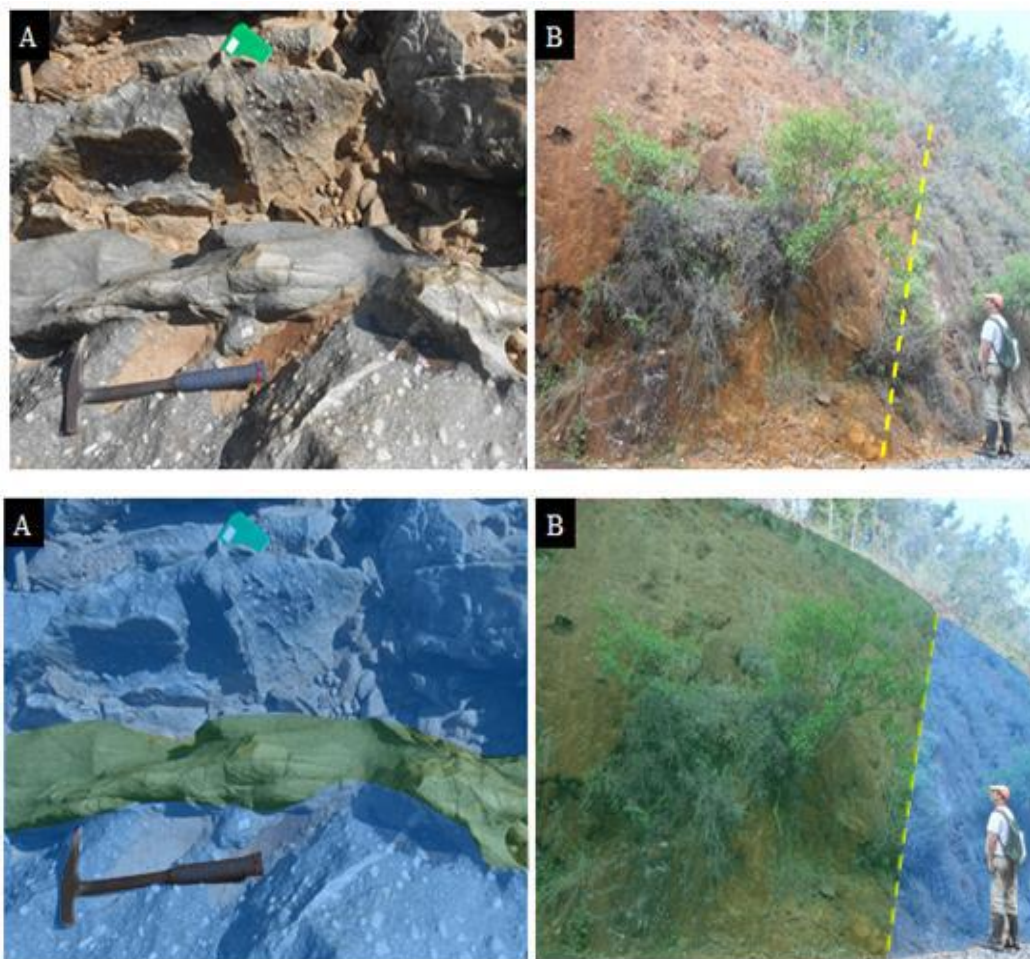


Figura 39 – Feições dos diques de metadiabásio. **Figura 39A**- Dique de metadiabásio cortando rocha com fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão (PA-92). **Figura 39B**- Contato entre o saprólito de um dique de metadiabásio com cor ocre (à esquerda) e o metagranitoide (à direita) (PA-84).

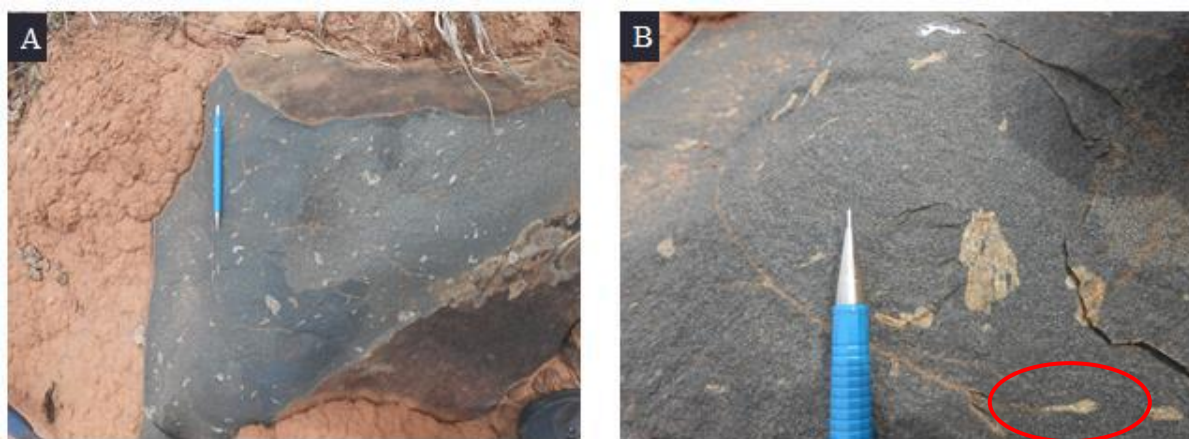


Figura 40 – Feições de blocos de metadiabásio (PA-193). **Figura 39A**- Visão geral da rocha, com fenocristais de feldspato dispersos na matriz de granulação fina. **Figura 39B**- Detalhe da rocha, com destaque para os contornos irregulares dos fenocristais de feldspato, que podem inclusive estar alongados (círculo vermelho).

7 - METAGRANITOIDE PORFIRÍTICO AURELIANO MOURÃO

7.1 - Feições de campo

O metagranitoide Aureliano Mourão ocorre principalmente em lajedos (Figura 41A) que atingem até 30 metros de extensão, assim como blocos *in situ* ou rolados de até 2,0 m de comprimento (Figura 41B), os quais podem estar isolados ou não. Quando fresca as rochas desse corpo apresentam coloração cinza, com destaque para os fenocristais predominantemente tabulares de feldspato de cor esbranquiçada a acinzentada. Quando alterada propicia a formação de um saprólito de coloração esbranquiçada, em que se observa grande quantidade de quartzo e caolinita. Esse corpo é composto essencialmente por quartzo, feldspato e mica escura, sendo identificados em alguns pontos a presença de allanita.

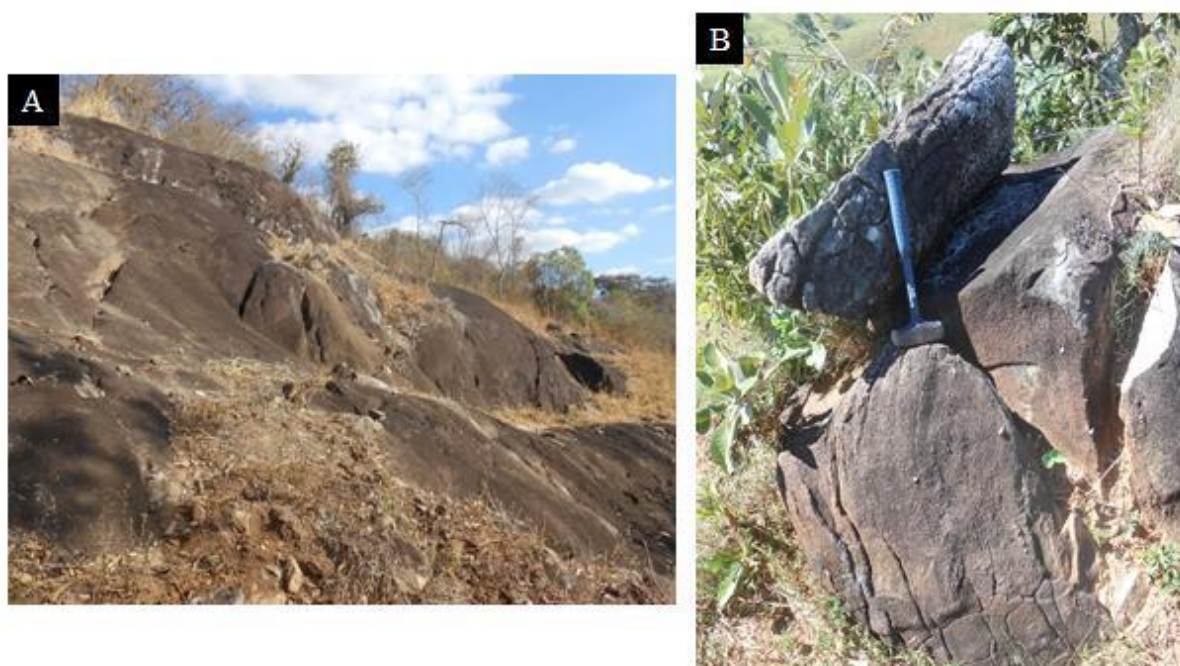


Figura 41 - Principais formas de exposição do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 41A** - Lajedo. **Figura 41B** - Blocos *in situ*.

A feição característica dessa rocha é a presença de fenocristais de feldspato que variam entre 0,5 a 6,5 cm (Figura 42), podendo os mesmos serem tabulares, amendoados ou com estrutura *augen*, sendo essa feição decorrente da intensidade da deformação atuante. Em afloramentos incipientemente afetados pela deformação é possível observar fenocristais tabulares (Figura 43A) com tamanho de até 6,5 cm; conforme aumenta a intensidade da deformação os fenocristais passam a ser losangulares e a apresentar estrutura com afinamento dos seus vértices (Figura 43B); se a deformação for aumentando os fenocristais passam a ter a forma de um *augen* (Figura 43C) cujos vértices já foram totalmente consumidos e recrystalizados; no estágio de mais intensa deformação, os cristais de feldspato e quartzo já estão tão estirados que começam a formar uma alternância de bandas com níveis mais

enriquecidos em mica escura. Destaca-se que nesses níveis ainda são encontrados porfiroclastos de feldspato preservados (Figura 43D).



Figura 42 – Visão geral do afloramento do metagranitoide Aureliano Mourão, que exibe grande variação no tamanho e na forma dos fenocristais de feldspato (PA-92).

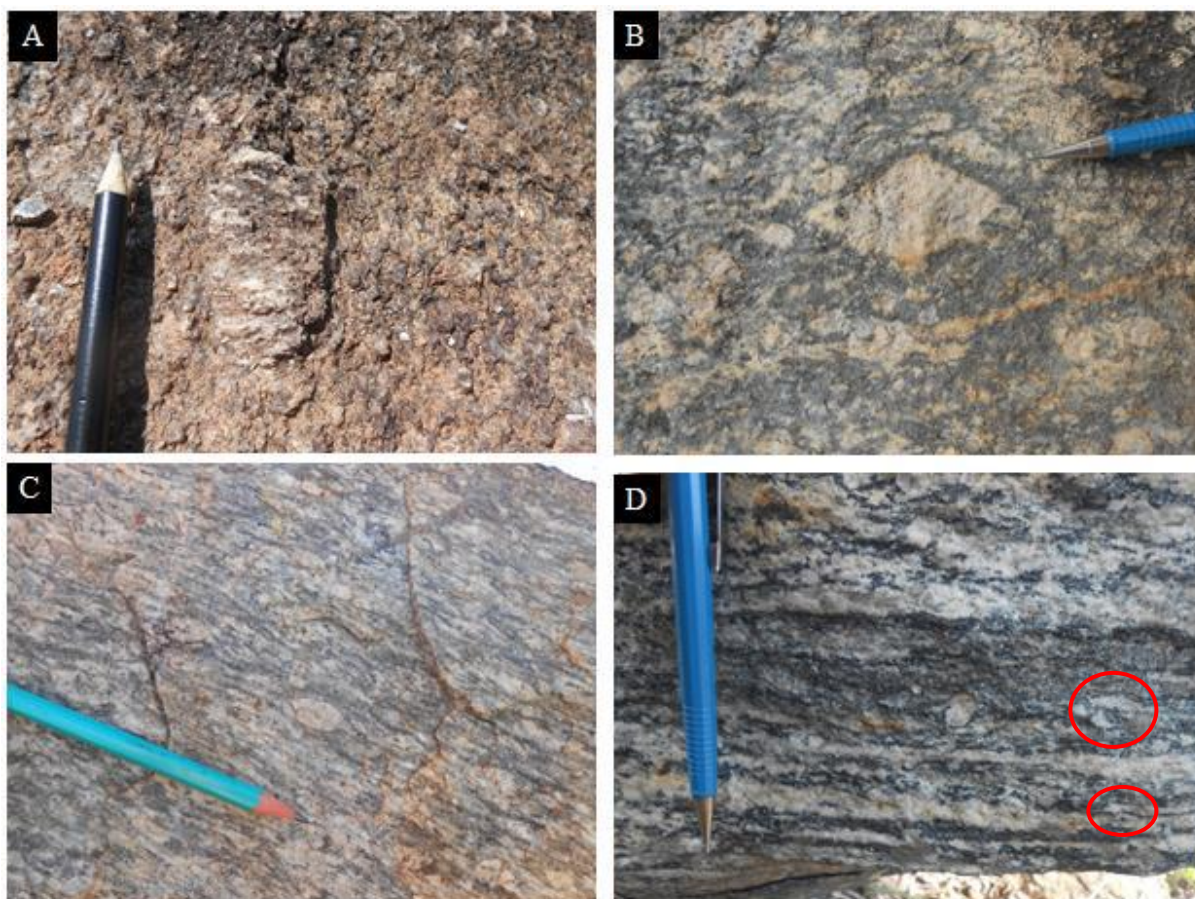


Figura 43 - Feições de campo dos fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 43A**- Fenocristal tabular com cerca de 4,0 cm. **Figura 43B**- Início do processo deformacional, com a formação de fenocristais “losangulares” de feldspato que estão alongados segundo a direção da foliação. **Figura 43C**- Fenocristais com forma de *augen* e que estão fortemente orientados segundo a direção da foliação. **Figura 43D**- Presença de bandas máficas e félsicas no metagranitoide Aureliano Mourão, destacando-se a presença de porfiroclastos alongados de feldspato, que corresponderiam a antigos fenocristais (demarcados em vermelho).

Outra feição comumente observada corresponde a presença de fitas de quartzo, de modo que os grãos estão estirados e alongados conforme a orientação da deformação, normalmente segundo o *strike* NE/SW. Essa feição é muito evidente nos afloramentos (Figura 44), pois o quartzo não se altera durante o intemperismo e fica com relevo positivo na superfície dos lajedos, enquanto o feldspato e mica escura se alteram mais facilmente e ficam com relevo negativo. Também foram observados fenocristais de feldspato com textura *rapakivi* (Figura 45), sendo que essa feição poderia estar associada a uma brusca mudança na composição e temperatura do magma que cristalizou o protólito do metagranitoide Aureliano Mourão.



Figura 44 – Alinhamento dos grãos de quartzo de cor branca leitosa formando fitas alongadas segundo a direção da foliação (seta vermelha) presente nas rochas do metagranitoide Aureliano Mourão.



Figura 45 – Textura *rapakivi* presente nos fenocristais de feldspato mostrando um núcleo acinzentado (feldspato potássico) e uma borda esbranquiçada, possivelmente um plagioclásio (PA-92).

As rochas do metagranitoide Aureliano Mourão variam de leucocráticas a mesocráticas, inequigranulares porfiríticas, com matriz de granulação média e fenocristais de feldspato de até 6,0 cm. Observa-se a ampla variação na proporção de fenocristais na rocha, desde 10% até 65% (Figura 46). Quanto ao tamanho, os fenocristais de feldspato também variam bastante, sendo possível de se observar a predominância de grãos entre 1,0 e 3,0 cm e raros cristais de até 6,5 cm.

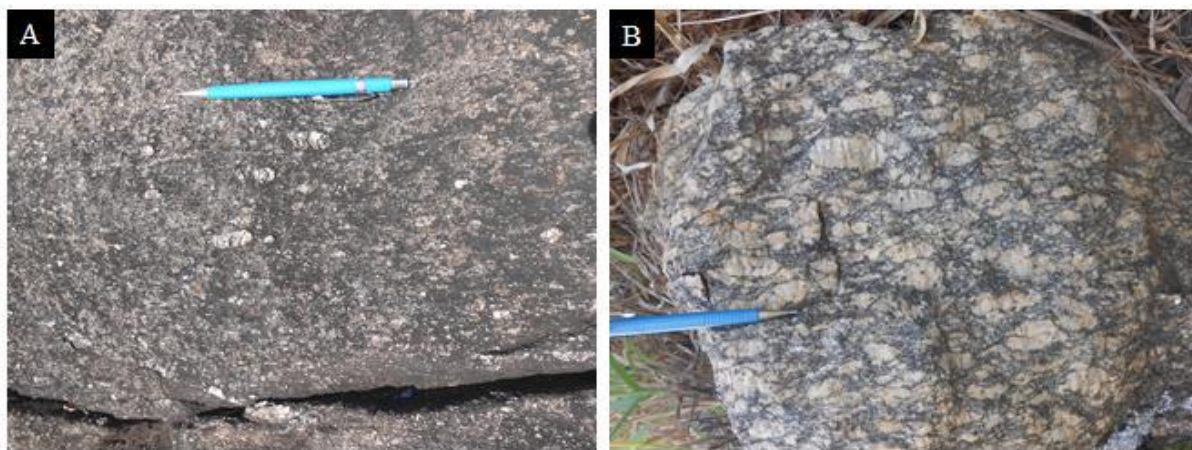


Figura 46 – Diferentes proporções de fenocristais encontrados na rocha, desde 10% (Figura 46A) até cerca de 65% (Figura 46B).

Encontra-se em determinados pontos (PA-01, PA-91) outro corpo granítico intrusivo no metagranitoide Aureliano Mourão. Ele é equigranular, possui granulação fina e suas injeções são de fácil distinção em relação ao metagranitoide Aureliano Mourão devido a diferença de granulação (Figura 47). Segundo observações de campo, esses diques seriam correlatos ao metagranitoide hololeucocrático (Anexo I- Mapa Geológico), cujas amostras são hololeucocráticas e apresentam-se sutilmente foliadas. Em alguns afloramentos do metagranitoide Aureliano Mourão são observadas zonas de cisalhamento com orientação 160/50, por vezes com mergulho subvertical. Nessas zonas são observados porfiroclastos de feldspato (Figura 48A), os quais encontram-se rotacionados, predominantemente destrais. Localmente são identificados milonitos (Figura 48B).

As rochas do metagranitoide Aureliano Mourão são cortadas por veios félsicos e por diversos pegmatitos, observando-se pelo menos duas gerações destes (Figura 48C). Caracterizou-se também a presença de veios de quartzo dobrados conjuntamente com as rochas do referido metagranitoide (Figura 48D).

Além disso, é comum a presença de diques de metabasito de granulação média, textura equigranular e *strike* NE/SW e E/W cortando as rochas do metagranitoide Aureliano Mourão, comumente encontrados na forma de blocos *in situ* com núcleo preservado e alterado nas bordas. A presença de xenólitos é rara, sendo esses representados por um gnaiss máfico de granulação fina, localmente alterado e com marcante presença de epidoto (Figura 49).

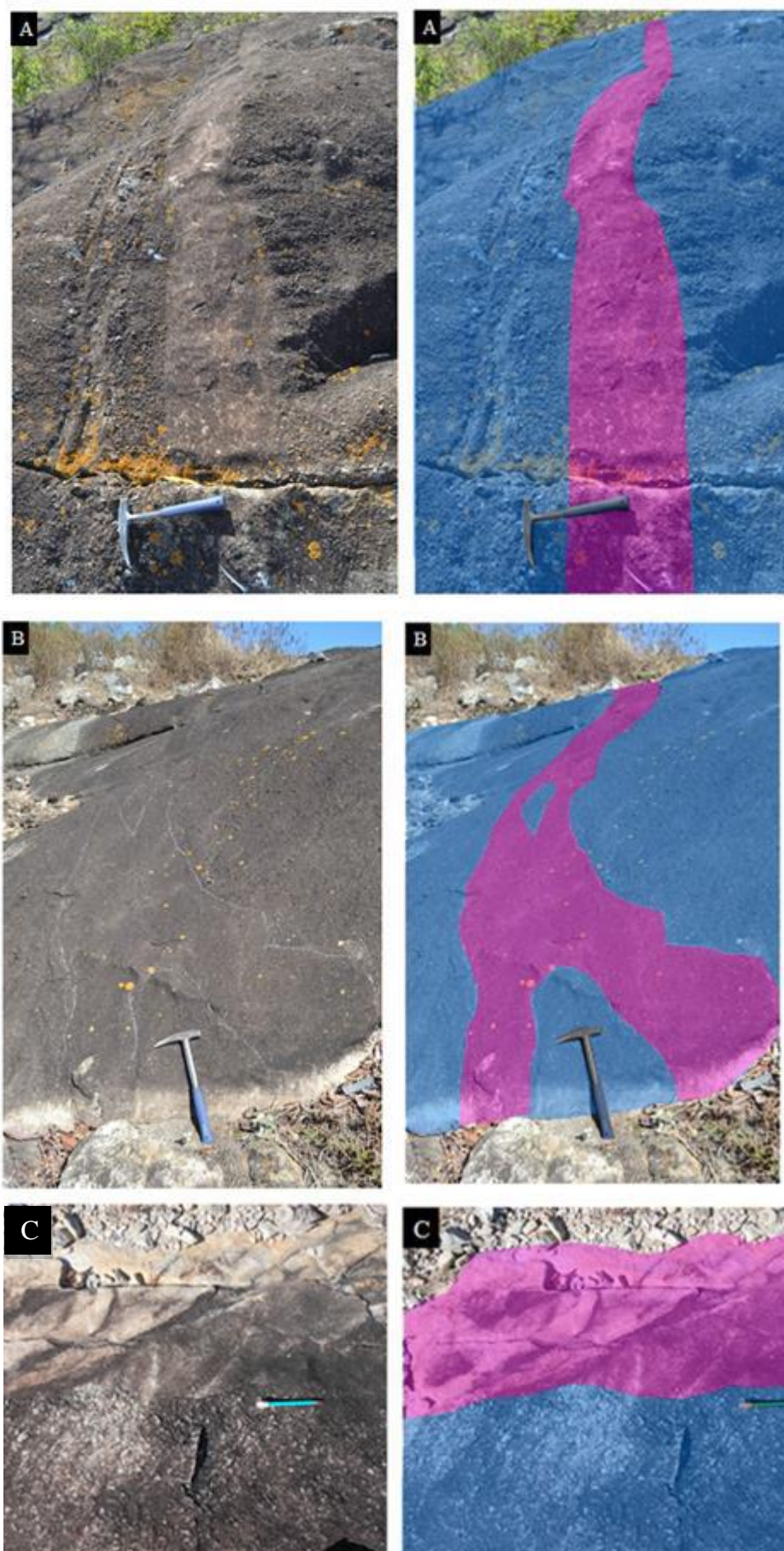


Figura 47 – Interpretação das relações de campo entre os diques de metagranitoide fino e as rochas do metagranitoide Aureliano Mourão, destacando-se a variação marcante no tamanho dos grãos e a textura resultante.

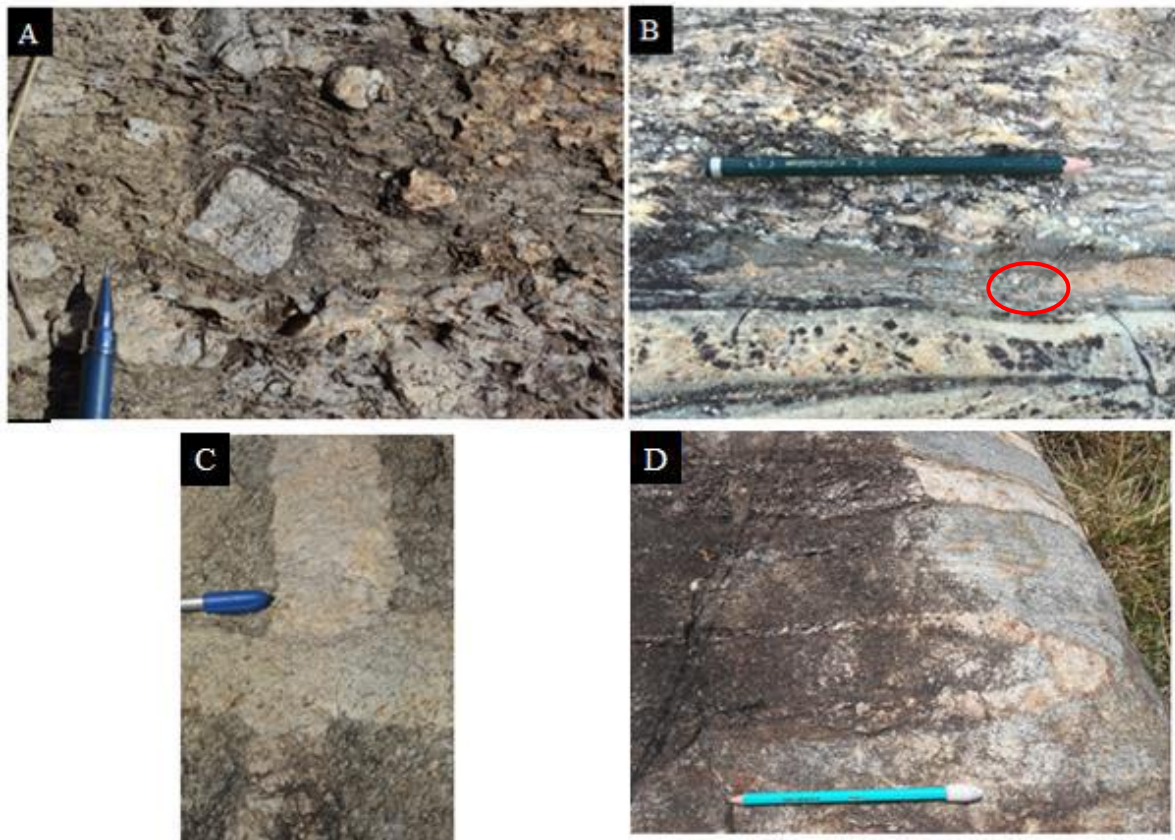


Figura 48 – Estruturas e feições encontradas no metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 48A**- Porfiroclastos de feldspato em zona de cisalhamento conjuntamente com a presença de fitas de quartzo alongadas segundo a direção da foliação. **Figura 48B**- Desenvolvimento de uma zona de cisalhamento centimétrica com a formação de um milonito e a presença de escassos porfiroclastos de feldspato (círculo vermelho). **Figura 48C**- Duas gerações de corpos pegmatíticos cortando o metagranitoide. **Figura 48D**- Dobra observada a partir da injeção de veios de quartzo no metagranitoide.



Figura 49 – Xenólito máfico demarcado pelo círculo vermelho (PA-194) no metagranitoide Aureliano Mourão.

7.2. Petrografia

As rochas do metagranitoide Aureliano Mourão variam de leucocráticas a mesocráticas (índice de cor entre 24 e 32%) e apresentam textura inequigranular porfirítica

(Figura 50), cuja matriz possui granulação fina a média (0,5 a 2,0 mm), enquanto os fenocristais de plagioclásio e microclínio variam de 1,0 a 6,5 cm. Observa-se frequentemente fitas de quartzo formando mosaicos de grãos recristalizados, que seguem uma orientação preferencial, marcada conjuntamente pelos agregados de mica escura e muscovita dispersos na matriz. Em termos gerais os fenocristais de plagioclásio encontram-se parcialmente ou completamente substituídos por sericita, o que dificulta a delimitação dos mesmos.

O metagranitoide Aureliano Mourão é composto por quartzo, plagioclásio, microclínio e mica escura (Tabela 8), tendo como minerais acessórios e secundários zircão, granada, apatita, epidoto, clinozoisita, titanita, rutilo, clorita, muscovita, sericita, carbonato e minerais opacos. Suas rochas plotam no diagrama QAP no campo do monzogranito (Figura 51).

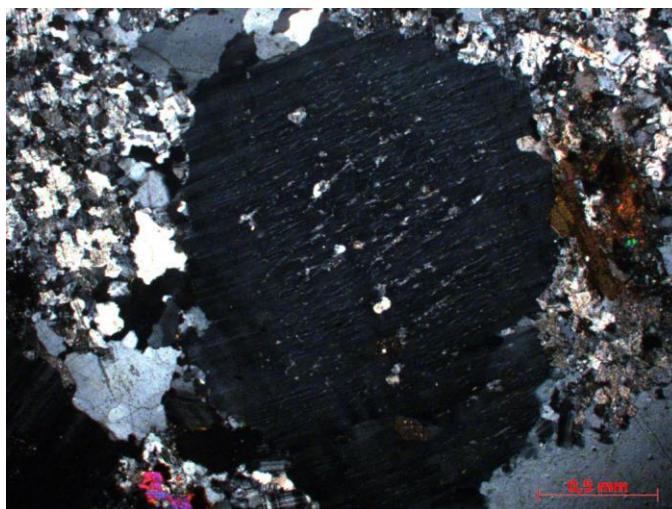


Figura 50 – Textura inequigranular porfírica do metagranitoide Aureliano Mourão com fenocristal de microclínio imerso em matriz composta essencialmente por quartzo, feldspato e mica escura.

Tabela 8 – Estimativa modal a partir de cinco visadas da mineralogia do metagranitoide Aureliano Mourão.

Lâmina	Quartzo	Microclínio	Plagioclásio	Mica escura	Acessórios e secundários
PA-54 B	38%	17%	13%	16%	16%
PA-91 B	42%	20%	13%	12%	13%
PA-54 A	37%	25%	14%	12%	12%
PA-82 B	32%	23%	20%	15,5%	9,5%
PA-11	35%	19,5%	19%	12,5%	14%
NZS-3-6B	34%	20%	18%	16%	12%
NZS-4-122	39%	17%	15%	15%	14%
NZS-4-143	41%	19%	14%	12%	14%
NZS-5-62	30%	24%	17%	12,5%	14%
NZS-5-64	34%	20,5%	18%	13%	14,5%
NZS-5-142	27,5%	24%	21%	14,5%	13%

Os grãos de microclínio apresentam grande variação em relação ao seu tamanho e hábito, são encontrados tanto como fenocristais de até 6 cm com forma desde euédrica até subédrica e geminação bem marcada (Figura 52A), como em grãos subédricos isolados na

matriz (Figura 52B) ou em aglomerados de cristais poligonais decorrentes de intensa recristalização (Figura 52C). Nos fenocristais caracterizou-se a presença de intercrescimento pertítico (Figura 52D), decorrente de processo de exsolução com a separação de uma fase albítica, bem como intercrescimento mirmequítico quando em contato com plagioclásio.

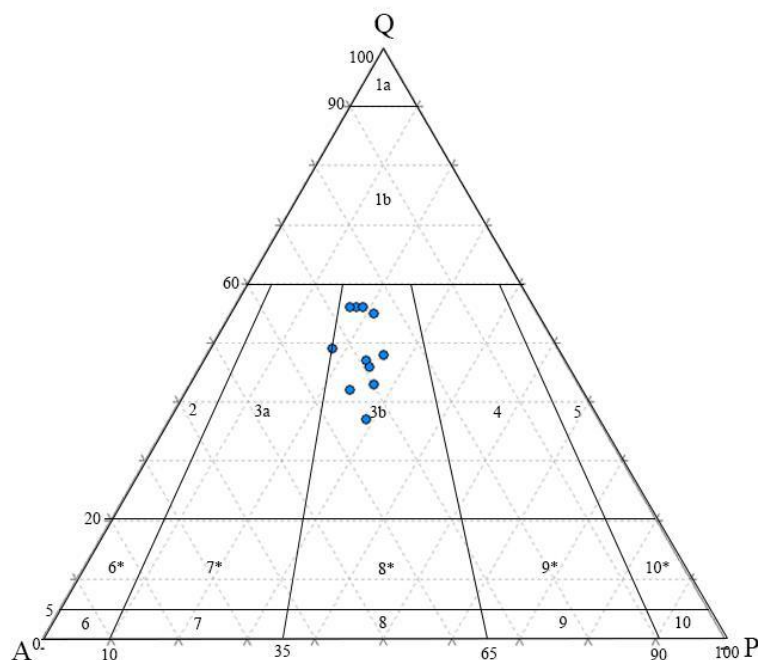


Figura 51 – Diagrama QAP (Streckeisen, 1976) com a estimativa modal da mineralogia do metagranitoide Aureliano Mourão. Campos: 2-Álcali-feldspato-granito. 3a- Sienogranito. 3b- Monzogranito. 4- Granodiorito. 5- Tonalito/trondjhemito.

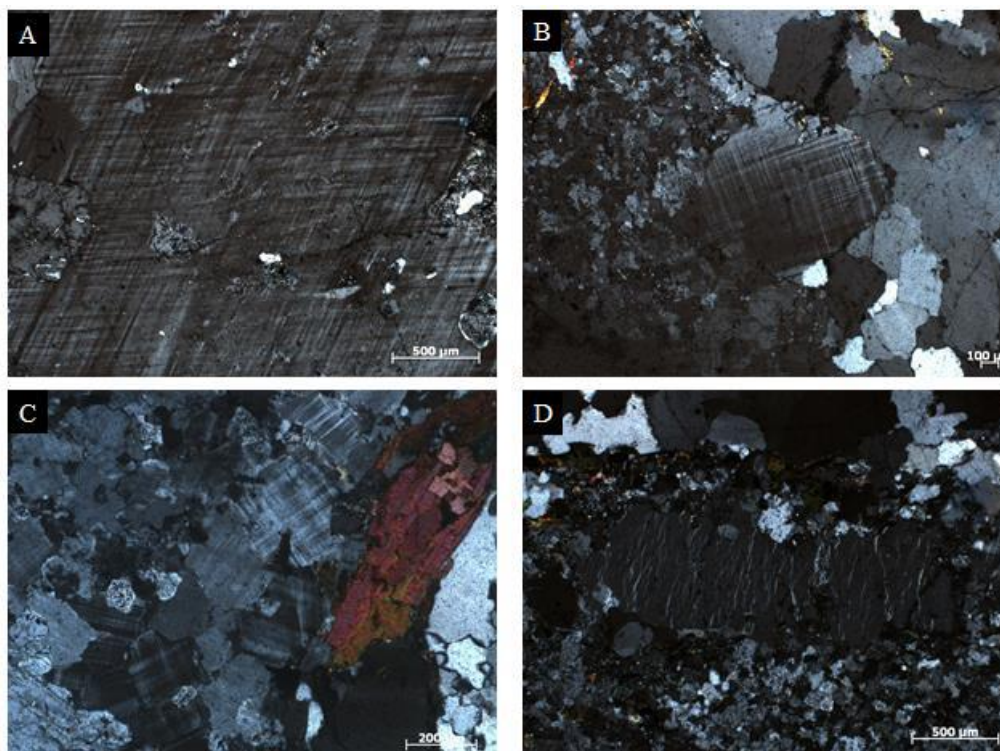


Figura 52 – Feições dos grãos de microclínio do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 52A**- Fenocristais com geminação tartan bem marcada. **Figura 52B**- Ocorrência de grãos isolados dispersos na matriz. **Figura 52C**- Agregados de grãos de microclínio. **Figura 52D**- Intercrescimento pertítico amplamente desenvolvido no grão anédrico de microclínio.

O microclínio apresenta inclusões de diversos minerais, sendo os mais comuns quartzo, plagioclásio (Figura 53) e mica escura primária, além de zircão, apatita e titanita. A partir dessas feições conclui-se que o microclínio teria sido o último mineral essencial a se formar na rocha, sendo posterior à cristalização do plagioclásio, da mica escura e do quartzo.

Os grãos de plagioclásio ocorrem como fenocristais de até 2,0 cm na rocha, sendo observados também como grãos dispersos na matriz. Seu tamanho varia entre 0,3 e 2,0 mm, possuem hábito predominantemente subédrico nos fenocristais e anédrico nos grãos presentes na matriz. É comum sua alteração para sericita tanto na borda dos grãos, quanto ao longo dos planos de geminação (Figura 54A), bem como sua substituição por epidoto (Figura 54B) e clinozoisita. Devido ao intenso processo de sericitização torna-se muitas vezes difícil a delimitação dos grãos de plagioclásio, uma vez que as bordas e o núcleo encontram-se fortemente alterados.



Figura 53 – Inclusão de grão de plagioclásio com geminação polissintética em cristal de microclínio.

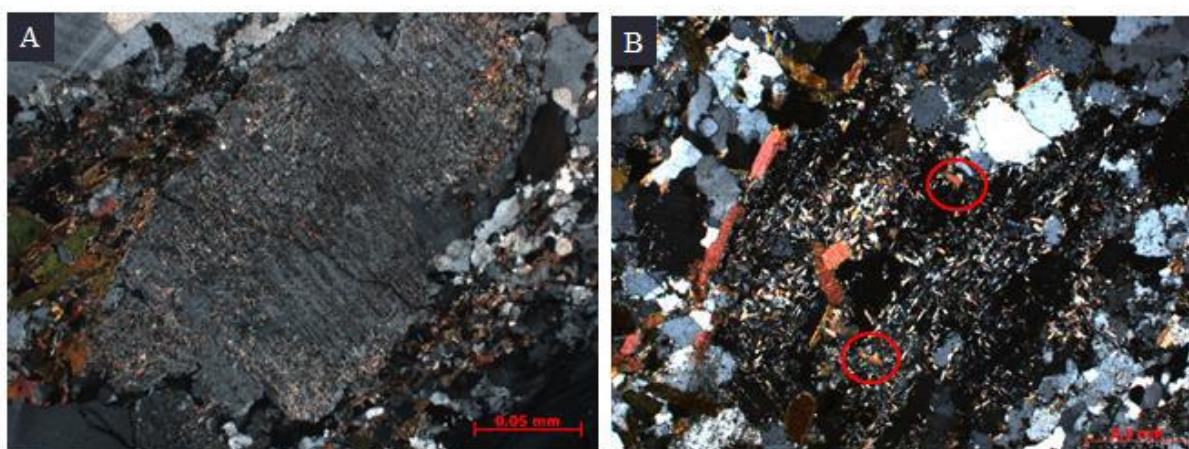


Figura 54 – Feições petrográficas do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 54A**- Cristal de plagioclásio com geminação polissintética marcada pela alteração incipiente para sericita. **Figura 54B**- Cristal de plagioclásio com intensa sericitização e formação de epidoto secundário (círculo vermelho).

O quartzo presente nessa rocha ocorre em veios e sob a forma de fitas (Figura 55A), em grãos predominantemente subédricos, que variam entre 0,3 e 2,0 mm. É encontrado na matriz e apresenta inclusões de apatita, titanita e mica escura. São observados grãos poligonalizados com ângulos de 120° ou com extinção ondulante (Figura 55B).

A mica escura apresenta grãos desde subédricos até anédricos, tamanho entre 0,2 e 1,0 mm e ocorre em cristais tabulares e alongados ou agregados de grãos associados aos demais minerais (Figura 56A). Apresenta pleocroísmo desde verde claro até escuro, possui inclusões de titanita, zircão e minerais opacos e pode estar alterada para clorita nas suas bordas. Ocorre muitas vezes associada a titanita e epidoto (Figura 56B) sugerindo a presença de duas gerações de mica escura: uma primária e uma secundária.

Os minerais acessórios podem representar com maior precisão as características da rocha estudada e suas peculiaridades, auxiliando na compreensão do seu histórico e das transformações metamórficas. Dentre os minerais acessórios destacam-se a apatita e o zircão, que variam de subédricos a euédricos e com tamanho em torno de 0,5 mm. O zircão apresenta zonamento oscilatório bem definido (Figura 57), sendo que ambos são comuns como inclusões no quartzo, plagioclásio e microclínio.

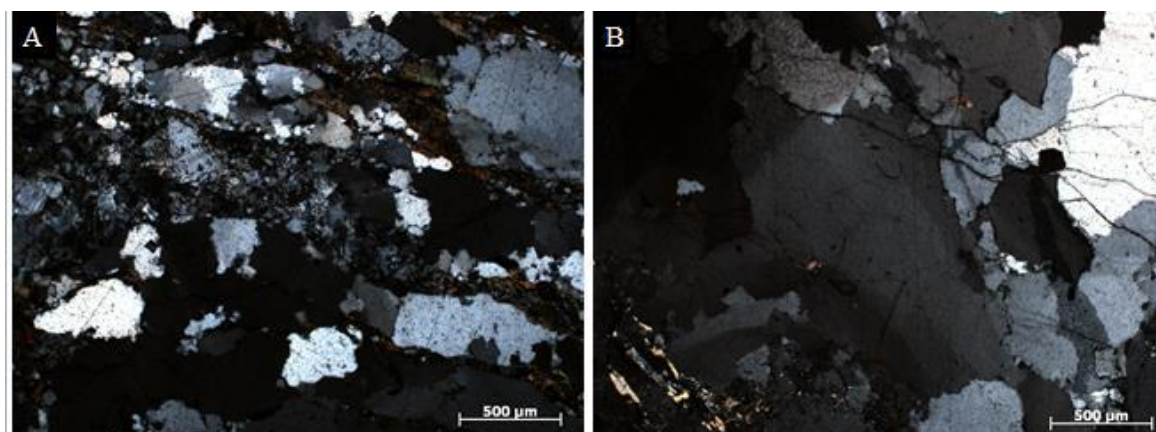


Figura 55 – Feições dos grãos de quartzo encontrados no metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 55A**- Ocorrência em veios e fitas. **Figura 55B**- Extinção ondulante.

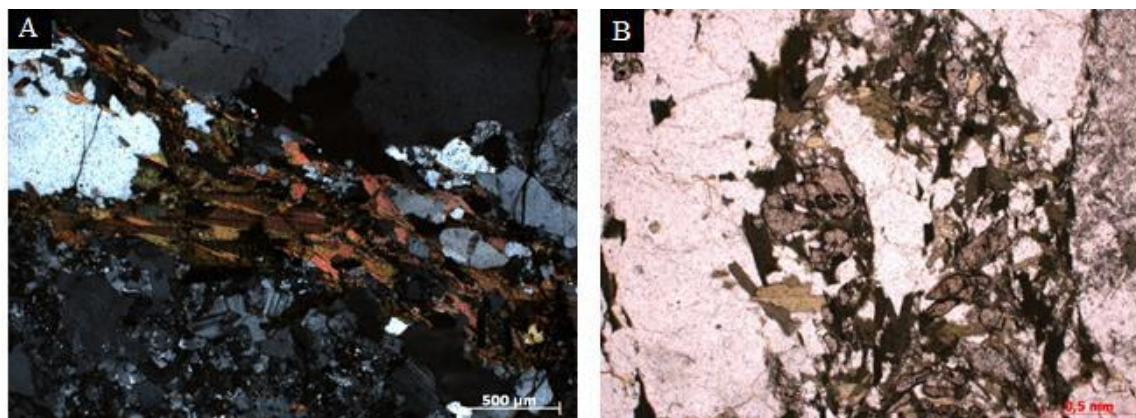


Figura 56 – Feições de grãos de mica escura existentes no metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 56A**- Agregados de grãos de mica escura. **Figura 56B**- Agregados de grãos de mica escura associados a titanita e epidoto.

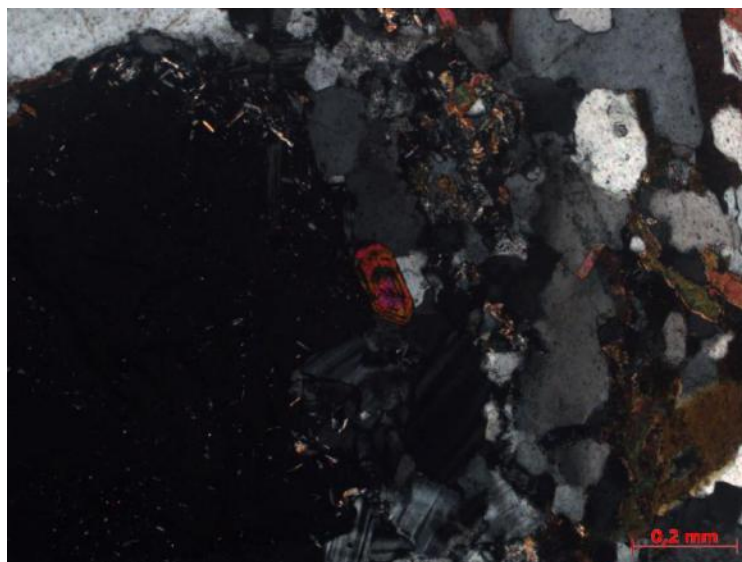


Figura 57 – Grão de zircão com zonamento oscilatório bem definido.

A allanita apresenta grãos desde euédricos até subédricos com tamanho de 0,3 a 0,6 mm e ocorre principalmente dispersa na matriz. É comum a allanita estar envolvida por epidoto (Figura 58), sendo também observada inclusa no plagioclásio.

Dentre os minerais acessórios, aqueles que são mais representativos na rocha são titanita e allanita. A titanita primária apresenta hábito prismático, ocorre como grãos euédricos a subédricos, seu tamanho varia de 0,2 a 0,5 mm e frequentemente é encontrada inclusa no plagioclásio e na microclínio. Em contrapartida, a titanita secundária ocorre como grãos anédricos, comumente associada a mica escura e epidoto (Figura 59).

O epidoto varia entre 0,2 e 0,8 mm, seus grãos são anédricos e ocorrem dispersos na matriz ou crescem sob os de grãos de plagioclásio. Os grãos menores presentes na matriz podem exibir a textura em corona com a allanita no centro e epidoto na sua borda.

Ainda foram observados minerais opacos, clorita, granada, epidoto, titanita, rutilo e muscovita, que apresentam distribuição muito restrita.

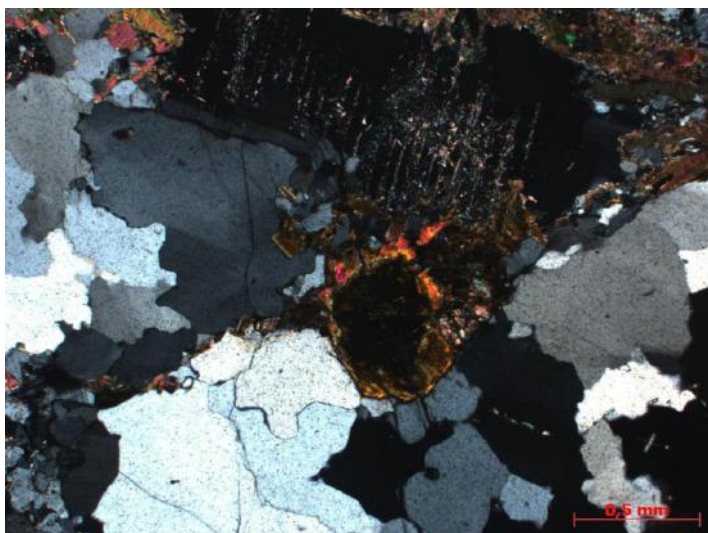


Figura 58 – Cristal de allanita com epidoto na borda formando textura em corona.

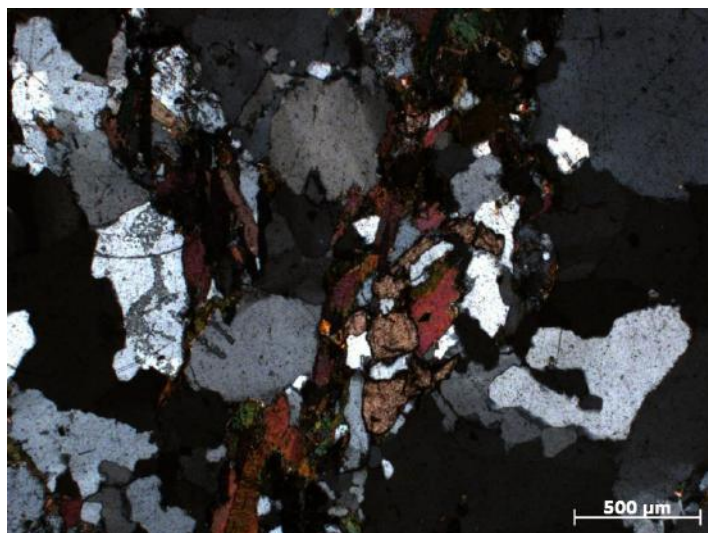


Figura 59 – Titanita secundária associada a mica escura, formando agregados.

7.3. Catodoluminescência

Em geral o quartzo apresenta luminescência preta ou violeta claro (Figura 60) e sua textura é homogênea, não sendo possível a delimitação entre os diferentes grãos. Em contrapartida, o plagioclásio apresentou luminescência variando de cinza a levemente rosado (Figura 60), sendo esta tonalidade decorrente da predominância de sódio em relação a cálcio nos grãos estudados.

O microclínio apresentou luminescência azul variando de clara a escura, tornando fácil a distinção deste em relação ao plagioclásio (Figura 60), bem como a individualização dos fenocristais. A partir da catodoluminescência também foi possível observar a presença de grãos de feldspato potássico envoltos parcialmente por plagioclásio, em uma estrutura semelhante a textura *rapakivi* (Figura 61). Essa mesma feição também foi observada em campo (Figura 44), porém em catodoluminescência a mesma é muito evidente devido a diferença de luminescência entre o feldspato potássico (luminescência azul) e o plagioclásio (rosado/acinzentado). Observou-se também que grãos de plagioclásio apresentam suas bordas sobrecrecidas por um agregado pequeno de feldspato potássico (Figura 62).

Os grãos de apatita apresentam luminescência amarelada a verde limão, sendo por isso facilmente identificados (Figura 63). Sua forma varia de tabular (Figura 63A) a alongada (Figura 63B), podendo também estarem presentes como grãos anédricos na matriz recristalizada (Figura 63C) ou como inclusão nos fenocristais de microclínio (Figura 63D). Dentre os minerais observados em catodoluminescência, destacam-se ainda os cristais de zircão com luminescência azulada e borda mais clara (Figura 64A), bem como os carbonatos que aparecem como pequenos pontos vermelhos na imagem (Figura 64B), associados a alteração do plagioclásio. Também foram identificados grãos subédricos de allanita (Figura

65), os quais apresentam inclusões de zircão e apatita. Destaca-se que a allanita não apresenta luminescência.

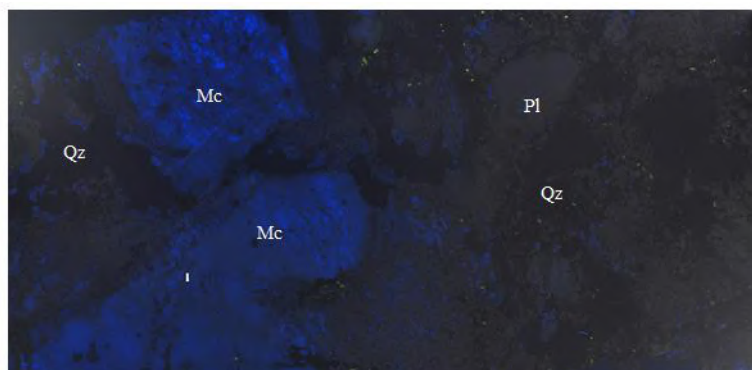


Figura 60 – Imagem de catodoluminescência do metagranitoide Aureliano Mourão em que observa-se luminescências distintas para o microclínio (azul), plagioclásio (acinzentado a rosado) e quartzo (preto a violeta escuro) (PA-91B).

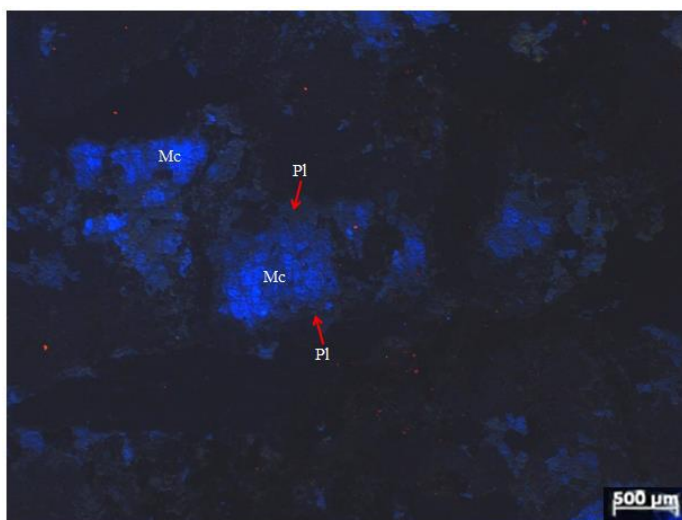


Figura 61 – Imagem em catodoluminescência do metagranitoide Aureliano Mourão mostrando grão de feldspato potássico (azul) envolvido parcialmente por plagioclásio (acinzentado) em uma estrutura semelhante a textura *rapakivi* (As demais figuras em catodoluminescência apresentam mesma escala).



Figura 62 – Imagem em catodoluminescência mostrando grão de plagioclásio (luminescência acinzentada) com borda sobrecrecida por um mosaico de pequenos grãos de feldspato potássico (luminescência azulada), possivelmente decorrentes de um processo de recristalização.

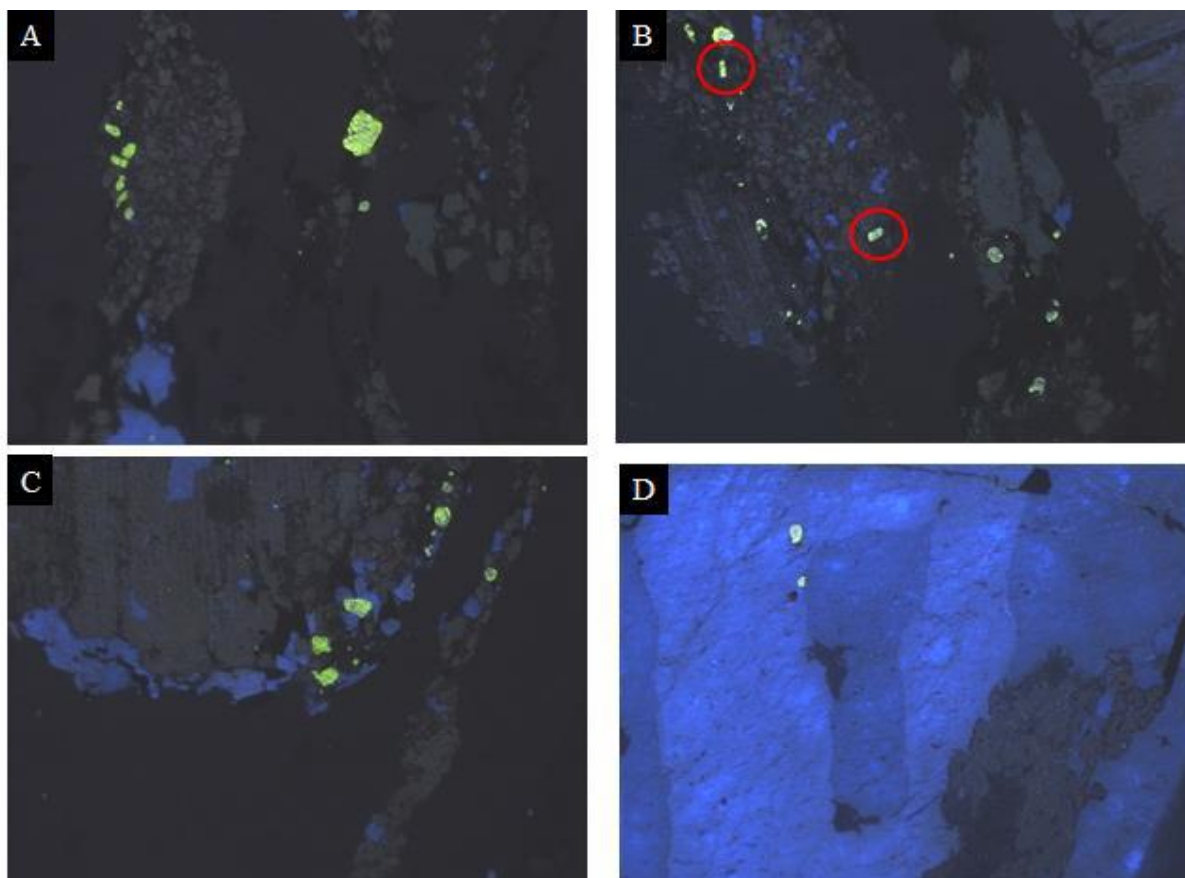


Figura 63 – Imagem em catodoluminescência de diversos grãos de apatita. **Figura 63A**- Grão euédrico e com hábito tabular. **Figura 63B**- Grãos prismáticos alongados (círculos vermelhos). **Figura 63C**- Grãos anédricos associados ao feldspato potássico crescido na borda recristalizada do plagioclásio. **Figura 63D**- Apatita como inclusão em fenocristal de microclínio.

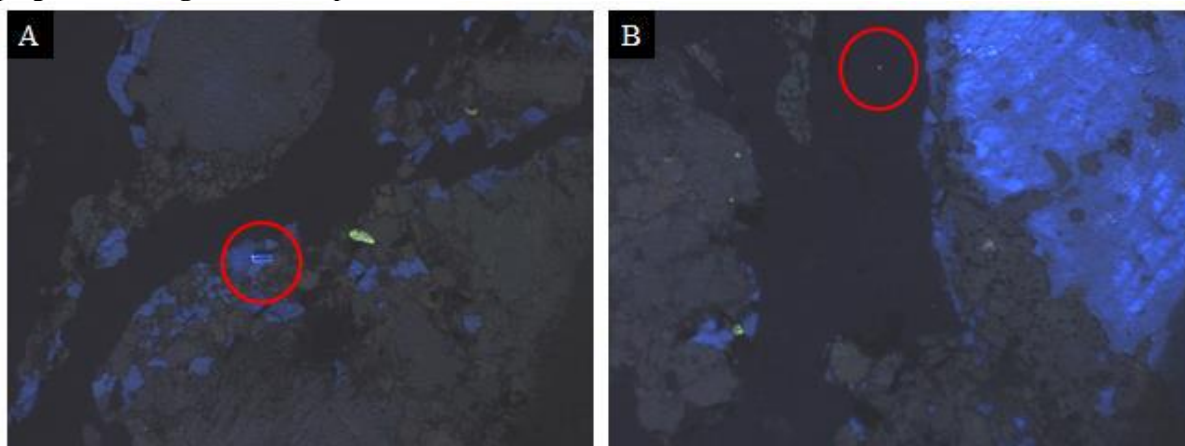


Figura 64 – Ocorrências minerais evidenciadas em catodoluminescência. **Figura 64A**- Zircão com luminescência azulada e borda branca. **Figura 64B**- Carbonatos com luminescência avermelhada.

7.4. Estudo mineralógico por MEV-EDS

Para essa etapa do trabalho foi realizada a elaboração de fotomosaicos (Figura 66) das lâminas em microscopia ótica de luz transmitida e por catodoluminescência para auxiliar na identificação das feições e minerais de interesse. Em seguida esse material foi analisado em MEV-EDS, visando a obtenção da química mineral e identificação de minerais de tamanho reduzido.

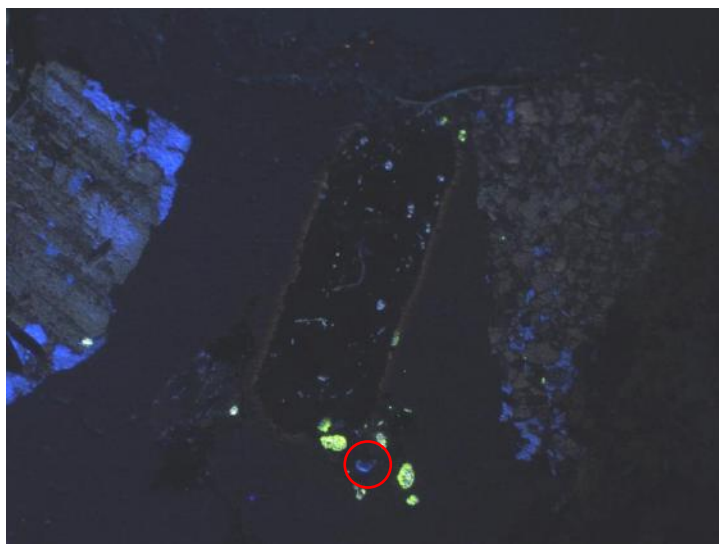


Figura 65 – Imagem em catodoluminescência mostrando grão de allanita (escuro e sem luminescência) com inclusões de zircão (círculo vermelho) e apatita (luminescência amarelada).

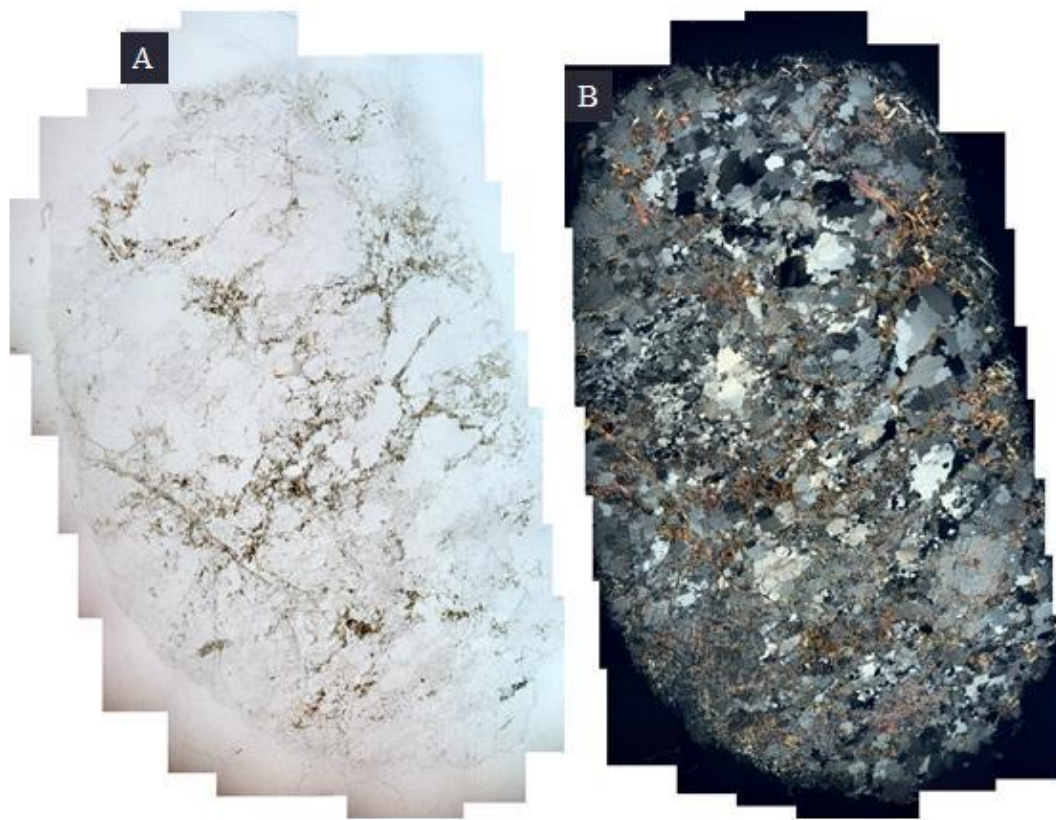


Figura 66 – Fotomosaicos da lâmina NZS-3-6B por microscopia ótica em luz transmitida sob polarizador descruzado (Figura 66A) e cruzado (Figura 66B).

O plagioclásio apresenta composição albítica (Tabela 9), sendo que somente uma amostra plota no campo do oligoclásio (Figura 67). Encontra-se alterado para minerais como sericita e caolinita (Figura 68A), enquanto os cristais de quartzo e microclínio são limpos e de fácil distinção em relação ao plagioclásio (Figura 67B). A partir das análises químicas obtidas em MEV-EDS (Tabela 10) tem-se que o feldspato potássico é classificado como microclínio, apresentando mais de 90% de K_2O em relação ao Na_2O (Figura 67).

Tabela 9 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de plagioclásio do metagranitoide Aureliano Mourão e proporção entre albита-anortita-ortoclásio.

	NZS_4_143 _02	NZS_4_143 _08	NZS_4_143 _16	NZS_4_143 _26	NZS_4_143 _27	NZS_4_143 _32	NZS_4_143 _41	NZS_4_143 _42	NZS_4_143 _43	NZS_4_143 _49
	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	61,21	61,69	66,33	62,97	65,87	64,55	65,87	66,44	66,37	66,14
Al ₂ O ₃	21,66	20,99	21,29	22,51	21,51	21,91	21,49	21,40	21,32	21,34
CaO	1,32	0,81	0,69	3,43	1,16	1,77	0,96	1,13	0,73	0,60
Na ₂ O	11,78	12,30	11,58	10,77	11,31	11,77	11,55	11,03	11,58	11,75
K ₂ O	0,13	0,13	0,10	0,32	0,15	0,00	0,13	0,00	0,00	0,17
SrO	3,90	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32°	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	10,39	10,44	11,63	11,13	11,55	11,41	11,56	11,65	11,65	11,59
Al	4,33	4,19	4,40	4,69	4,45	4,56	4,44	4,42	4,41	4,41
Ca	0,24	0,15	0,13	0,65	0,22	0,34	0,18	0,21	0,14	0,11
Na	3,87	4,04	3,94	3,69	3,85	4,03	3,93	3,75	3,94	3,99
K	0,03	0,03	0,02	0,07	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04
Sr	0,38	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	3,87	4,04	3,94	3,69	3,85	4,03	3,93	3,75	3,94	3,99
Ca	0,24	0,15	0,13	0,65	0,22	0,34	0,18	0,21	0,14	0,14
K	0,03	0,03	0,02	0,07	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04
Soma	4,14	4,22	4,09	4,41	4,1	4,37	4,14	3,96	4,08	4,17
Ab	93,48	95,73	96,33	83,67	93,90	92,22	94,93	94,70	96,57	95,68
Anor	5,80	3,55	3,18	14,74	5,37	7,78	4,35	5,30	3,43	3,36
Or	0,72	0,71	0,49	1,59	0,73	0,00	0,72	0,00	0,00	0,96

Tabela 10 – Composição química por MEV-EDS dos grãos de feldspato potássico do metagranitoide Aureliano Mourão e proporção entre albita-anortita-ortoclásio.

	NZS_4_1 43_01	NZS_4_1 43_04	NZS_4_1 143_05	NZS_4_1 143_06	NZS_4_1 43_07	NZS_4_1 43_17	NZS_4_1 43_24	NZS_4_1 43_28	NZS_4_1 43_34	NZS_4_1 43_36	NZS_4_1 43_37	NZS_4_1 43_38	NZS_4_1 43_39	NZS_4_1 43_46
	Óx. Normal.	Óx. Norma.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.	Óx. Normal.
SiO ₂	61,55	61,10	61,11	61,12	61,39	61,42	61,94	61,77	61,64	61,79	61,10	61,51	61,52	61,74
Al ₂ O ₃	19,20	19,95	19,46	19,19	19,37	19,35	19,82	19,70	19,49	19,71	19,29	19,75	19,45	19,77
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,58	0,49	0,82	0,61	0,74	0,54	0,63	0,52	0,59	0,60	0,62	0,61	0,63	0,50
K ₂ O	0,13	17,98	18,12	18,56	18,08	18,15	17,62	18,01	18,29	17,86	18,35	17,73	18,02	17,60
BaO	0,42	0,48	0,49	0,52	0,41	0,46	0,00	0,00	0,00	0,04	0,65	0,40	0,38	0,39
Soma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32O	P/32°	P/32O	P/32O
O	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Si	8,65	8,61	8,61	8,57	8,65	8,64	8,79	8,73	8,69	8,74	8,57	8,69	8,67	8,73
Al	3,18	3,31	3,23	3,17	3,22	3,21	3,31	3,28	3,24	3,29	3,19	3,29	3,23	3,29
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,16	0,13	0,22	0,17	0,20	0,15	0,17	0,14	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14
K	3,27	3,23	3,26	3,32	3,25	3,26	3,19	3,25	3,29	3,22	3,28	3,20	3,24	3,17
Ba	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,02
Na	0,16	0,13	0,22	0,17	0,2	0,15	0,17	0,14	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	3,27	3,23	3,26	3,32	3,25	3,26	3,19	3,25	3,29	3,22	3,28	3,2	3,24	3,17
Soma	3,43	3,36	3,48	3,49	3,45	3,42	3,36	3,39	3,45	3,39	3,45	3,37	3,41	3,31
Ab	4,66	3,87	6,32	4,87	5,80	4,39	5,06	4,13	4,64	5,01	4,93	5,04	4,99	4,23
Anor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	95,34	96,13	93,68	95,13	94,20	95,32	94,94	95,87	95,36	94,99	95,07	94,96	95,01	95,77

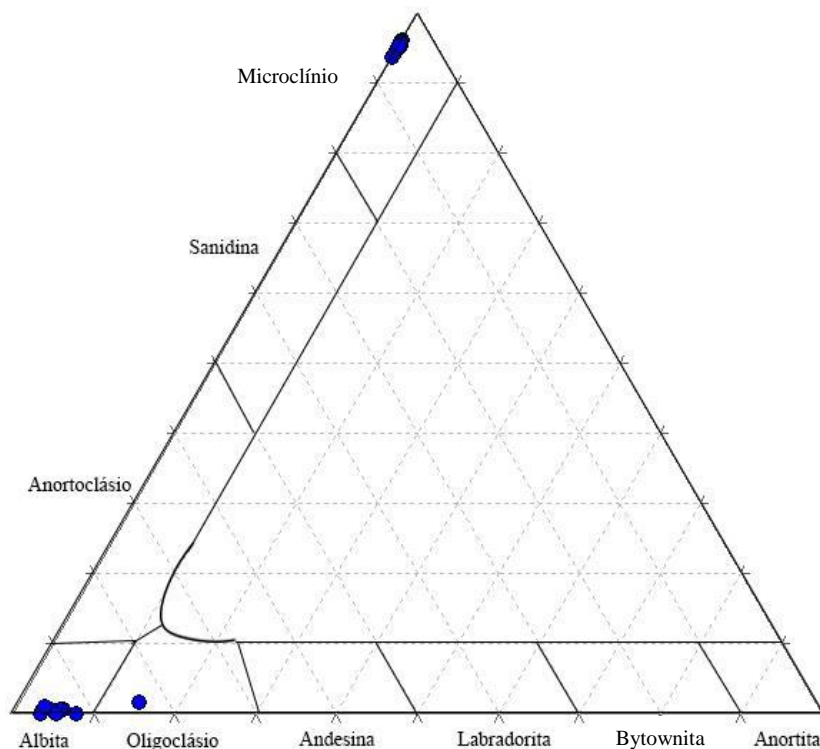


Figura 67 – Diagrama de classificação dos feldspatos (Deer *et al.*, 1992) aplicado para os grãos de plagioclásio e feldspato potássico do metagranitoide Aureliano Mourão.

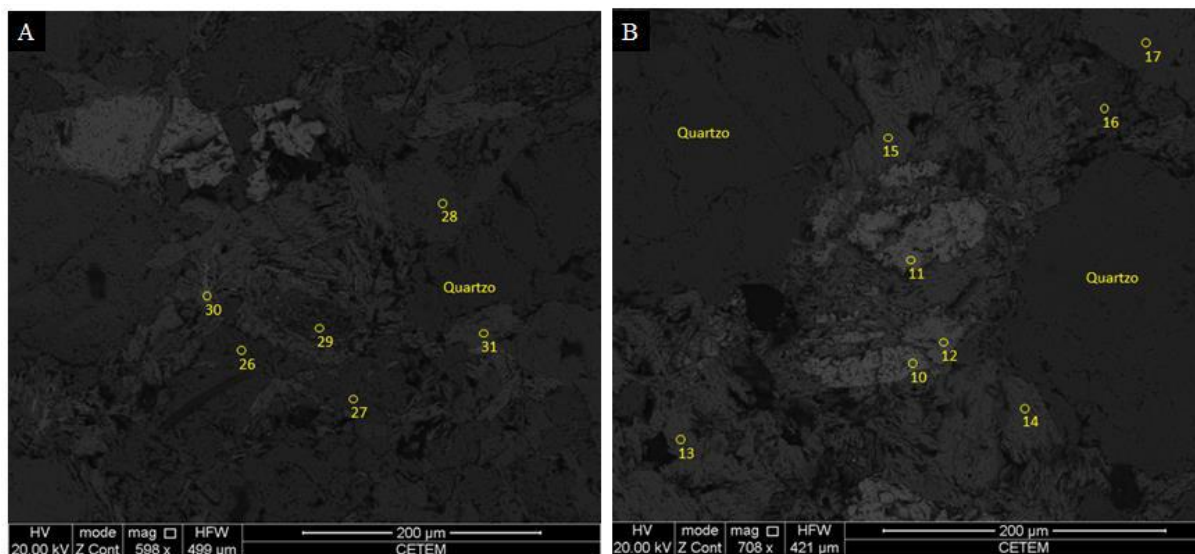


Figura 68 – Imagem de BSE do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 68A-** Plagioclásio com alteração para caolinita. **Figura 68B-** Cristais de quartzo límpidos e homogêneos, diferenciando do plagioclásio que está alterado. Análises: 10, 11- Óxido de ferro; Análises: 16, 26, 27 e 32- Plagioclásio; Análises: 17, 28- K-feldspato; Análise 29- Caolinita; Análises: 12, 30- Ilmenita; Análises: 13, 14, 15, 31- Mica escura.

Destaca-se que alguns grãos de plagioclásio apresentam Sr em conteúdos elevados, variando entre 3,9 e 4,1% peso de SrO, enquanto em outros grãos ele não foi identificado. De

forma semelhante o feldspato potássico normalmente apresenta baixos conteúdos de BaO, que alcançaram no máximo 0,65% peso.

Dentre os minerais opacos foram identificado óxido de ferro (Figura 69A) e ilmenita (Figura 69B), sendo que em alguns grãos de ilmenita foram observadas inclusões de minerais possivelmente do grupo da samarskita (Figura 69C), tendo Nb, Ta, Dy, Y e Yb. Outra feição observada refere-se a presença de bordas de titanita nos grãos de ilmenita (Figura 69D), que corresponderia a uma feição metamórfica. Dentre os minerais acessórios destaca-se a presença de zircão, de hábito prismático a alongado (Figura 70).

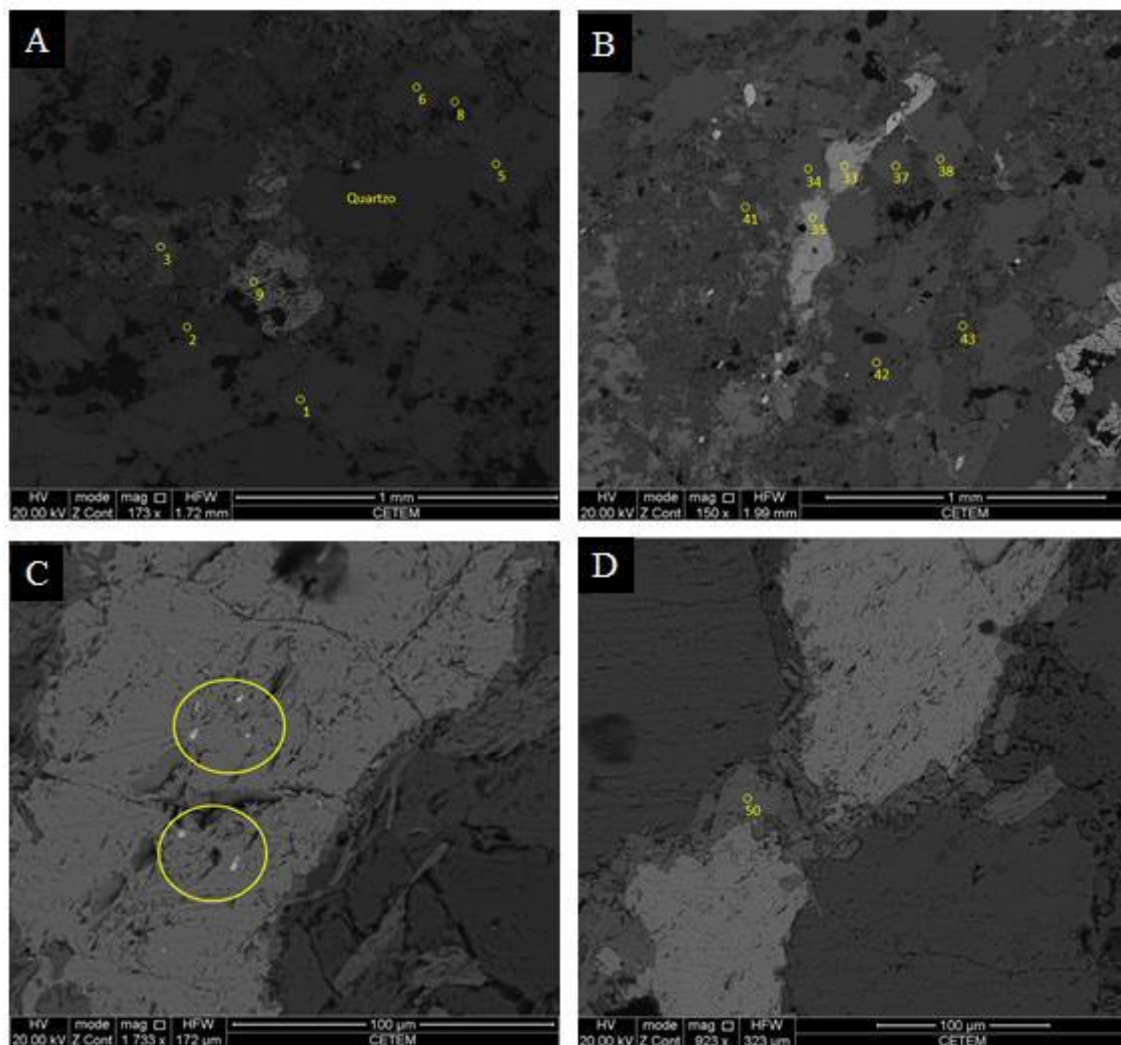


Figura 69 – Imagem de BSE do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 69A**- Óxido de ferro. **Figura 69B**- Ilmenita. **Figura 69C**- Inclusões de minerais do grupo da samarskita (em destaque) em ilmenita. **Figura 69D**- Borda de titanita em cristal de ilmenita. Análises: 1, 5, 6, 34, 37, 38- K-feldspato; Análises 2, 8, 42, 43- Plagioclásio; Análise 3- Mica escura; Análise 4-Óxido de ferro; Análises 33, 35- Ilmenita; Análise 50- Titanita.

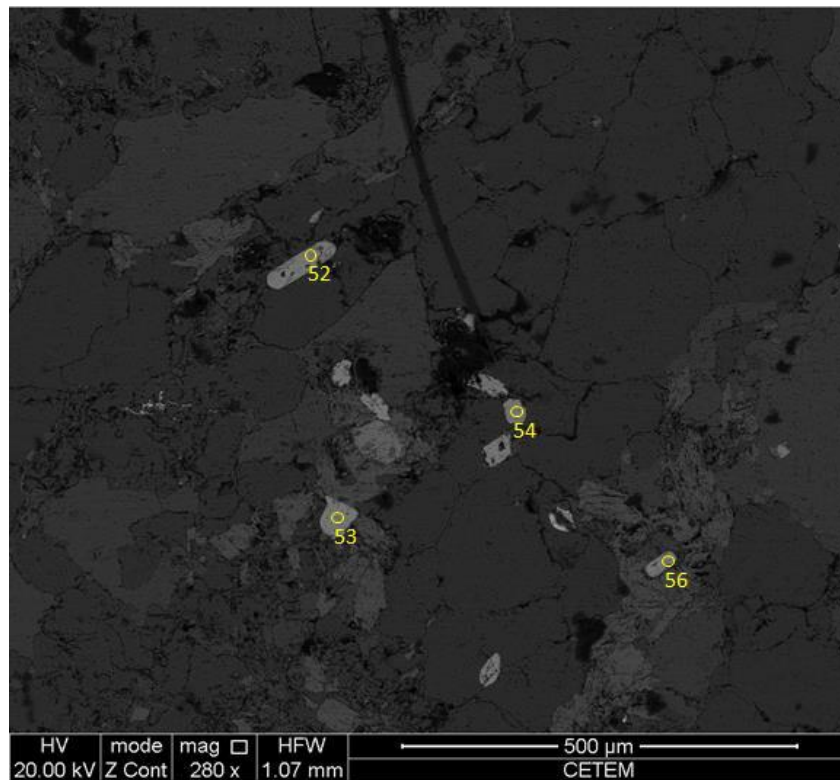


Figura 70 – Imagem de BSE mostrando diversos grãos de zircão no metagranitoide Aureliano Mourão. Análises 52, 53, 54 e 56: Zircão.

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos geológicos desenvolvidos na área em questão anteriormente a presente monografia, individualizaram uma unidade representada por rochas ígneas graníticas e a designaram como metagranitoide Bom Sucesso (Quéméneur & Baraud, 1983; Quéméneur *et al.*, 2003; Neri *et al.*, 2013). Porém no mapeamento geológico aqui desenvolvido observou-se que a unidade em questão (metagranitoide Bom Sucesso) varia amplamente em relação as suas feições de campo e com isso a mesma foi subdividida em quatro diferentes corpos, que foram denominados de monzogranito Aureliano Mourão, metagranitoides hololeucocrático, biotítico e Bom Sucesso. Corroborando essa proposta, as relações de campo apontam que o metagranitoide Aureliano Mourão seria mais velho que os metagranitoides hololeucocrático e biotítico, pois diques desses dois últimos cortam o referido metagranitoide. Em termos gerais, feições de campo e petrográficas como textura, granulação, índice de cor e mineralogia também foram fundamentais para esse processo de individualização dos corpos (Tabela 11).

Quando comparamos os padrões texturais dos quatro corpos observamos que o metagranitoide Aureliano Mourão se destaca pela presença da textura inequigranular porfirítica com fenocristais de feldspato de até 6,5 cm, enquanto os metagranitoides hololeucocrático, biotítico e Bom Sucesso apresentam o predomínio da textura equigranular (Tabela 11), sendo que localmente no metagranitoide Bom Sucesso é observada a presença da textura inequigranular porfirítica. Entretanto há uma grande diferença entre as rochas porfiríticas do metagranitoide Bom Sucesso e aquelas do metagranitoide Aureliano Mourão, uma vez que mesmo quando o primeiro apresenta a referida textura, seus fenocristais são menores e com tamanho muito próximo aos grãos da matriz, enquanto os fenocristais do metagranitoide Aureliano Mourão são predominantemente muito maiores que a matriz. Outra feição que diferencia esses corpos é a presença constante de enclaves sigmoidais no metagranitoide Bom Sucesso, enquanto esses são muito mais raros no metagranitoide Aureliano Mourão e não foram observados nos metagranitoides hololeucocrático e biotítico.

Cabe destacar que os processos deformacionais modificaram parcial ou integralmente a textura de grande parte dos corpos estudados e por esse motivo essa feição tem que ser analisada em um contexto regional e acompanhada ao longo das principais exposições dos corpos. Um bom exemplo é o metagranitoide Aureliano Mourão, cujos fenocristais de feldspato normalmente apresentam formas desde euédricas até subédricas (Figura 71A), passando a serem orientados conforme a deformação (Figura 71B). Porém quando a deformação atua nas suas rochas os fenocristais de feldspato vão perdendo sua forma primária e são transformados, inicialmente, em grãos "losangulares" com uma tendência a

formação de vértices afinados que estão orientados segundo a direção da foliação (Figura 71C). Essa feição pode evoluir para a formação de "*augens*", onde os grãos de feldspato já não apresentam os vértices e o afinamento já é bastante pronunciado (Figura 71D). Caso a deformação seja mais atuante, os grãos de feldspato podem ficar muito estirados e formarem uma fitas alongadas (Figura 71E) ou até mesmo níveis félsicos. Nesse caso a rocha pode apresentar uma estrutura bandada (Figura 71F) e pode ser considerada como ortogneisse.

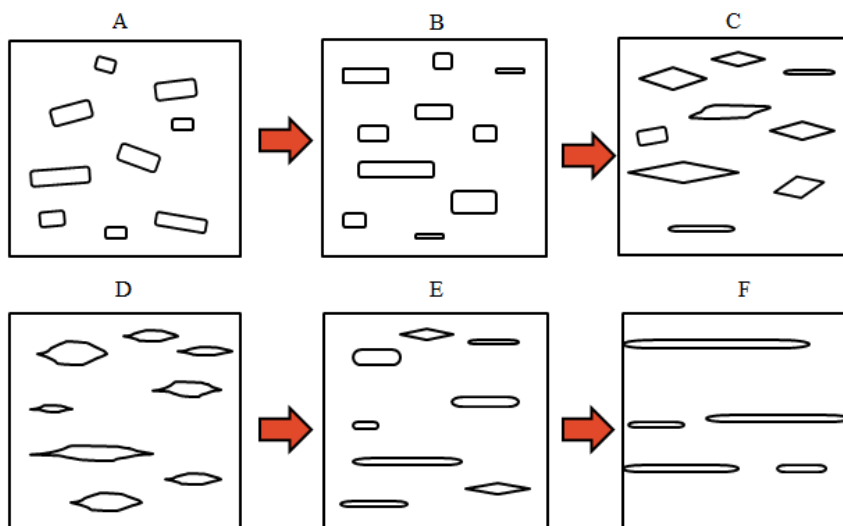


Figura 71 – Feições observadas nos fenocristais de feldspato do metagranitoide Aureliano Mourão. **Figura 71A**- Fenocristais dispersos de forma caótica. **Figura 71B**- Fenocristais orientados segundo a deformação. **Figura 71C**- Grãos “losangulares” e formação de vértices afinados. **Figura 71D**- Formação de *augens*. **Figura 71E**- Fenocristais estirados, formando fitas alongadas. **Figura 71F**- Bandamento dos fenocristais e dos grãos de quartzo

Outra diferença marcante entre os quatro corpos é o índice de cor (Tabela 11), uma vez que o metagranitoide hololeucocrático apresenta índice muito baixo, alcançando no máximo a 8%, enquanto o metagranitoide Bom Sucesso varia de hololeucocrático a levemente leucocrático, com índice de cor entre 8 e 19% (Silveira, 2016). De forma contrastante, os metagranitoides biotítico e Aureliano Mourão apresentam elevado conteúdo de minerais máficos, que varia entre 24 e 32%, ou seja podem ser classificados desde leucocráticos até mesocráticos (Tabela 11).

Em relação a granulação observou-se que o tamanho dos minerais nos metagranitoides hololeucocrático e biotítico varia de fino a médio, enquanto no metagranitoide Bom Sucesso de médio a grosso (Tabela 11), predominando essa última. Já o metagranitoide Aureliano Mourão apresenta granulação predominantemente grossa, inclusive com fenocristais de até 6,5 cm.

Também foi observado que os quatro corpos diferem em relação aos minerais essenciais e acessórios (Tabela 11), sendo que o metagranitoide hololeucocrático é composto essencialmente por quartzo, microclínio e plagioclásio, enquanto mica escura e zircão são

minerais acessórios comuns. Destaca-se nesse corpo a ausência de apatita e allanita e o predomínio do feldspato potássico sobre o plagioclásio. De forma semelhante, os metagranitoides Aureliano Mourão e Bom Sucesso são representados predominantemente por feldspato potássico, plagioclásio e quartzo, porém o conteúdo de mica escura é maior, o que ocasiona um índice de cor é mais elevado, desde hololeucocrático até leucocrático. Nesses dois corpos o conteúdo de feldspato potássico ainda predomina sobre o plagioclásio. De forma contrastante, o metagranitoide biotítico apresenta mica escura e magnetita como minerais importantes, perfazendo cerca de 30% a 35% da mineralogia do corpo, bem como ocorre o predomínio do plagioclásio em relação ao feldspato potássico. Essa diferença no conteúdo dos feldspatos também é evidente na caracterização por catodoluminescência, pois o feldspato potássico apresenta luminescência azulada, enquanto no plagioclásio essa é cinza rosada.

Tabela 11 – Comparação entre os granitoides encontrados nos arredores da serra de Bom Sucesso.

	Metagranitoides			
	Hololeucocrático	Biotítico	Aureliano Mourão	Bom Sucesso
Textura	Equigranular	Equigranular	Inequigranular porfírica	Equigranular a inequigranular porfírica
Índice de cor	Entre 6 e 8%	Entre 25 e 30%	Entre 24 e 32%	Entre 8 e 19%
Granulação	Fina a média	Fina a média	Fenocristais de feldspato de até 6,5 cm imersos em matriz de granulação média	Média a grossa, pode apresentar fenocristais de até 2,5 cm
Mineralogia essencial	Quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e mica escura	Quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e mica escura	Quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, mica escura	Quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, mica escura
Mineralogia acessória	Zircão e minerais opacos	Apatita, allanita, zircão, magnetita, monazita	Zircão, allanita, apatita, titanita, granada, ilmenita, samarskita, óxido de ferro	Zircão, allanita, magnetita, titanita, apatita
Enclaves	Não identificado	Não identificado	Anfibolítico	Autólitos

Cabe ainda destacar que o metagranitoide Aureliano Mourão apresenta grãos de ilmenita com inclusões em de um mineral de Nb-Ta com Y, Dy, Yb, W, Ti e Fe, que foi interpretado como podendo ser do grupo da Samarskita. Esse tipo de mineral é raro na região, bem como ocorre de forma restrita nos pegmatitos da Província Pegmatítica de São João del Rei (Francesconi, 1972) ou não foi identificado (Faulstich, 2016). Outra feição marcante que foi observada na área estudada é a presença de diques de metabasito de orientação predominantemente NW-SE e NE-SW que cortam os quatro metagranitoides. Regionalmente esses diques podem ser correlacionados com o enxame que aflora na região de Lavras, cujas

idades apontam para o Neoarqueano (Pinese, 1997). Estudos recentes realizados por Romano *et al.* (2013) demonstraram que metagranitoides semelhantes aos estudados seriam compatível com o magmatismo potássico tardio intrusivo nos ortognaisses TTGs dos complexos metamórficos. Esses corpos teriam idades que variam entre 2750 e 2700 Ma, ou seja, teriam se formado após o magmatismo máfico - ultramáfico do *greenstone belt* Rio das Velhas.

Por fim, para a melhor caracterização desses corpos e sua inserção mais ampla no contexto da borda meridional do cráton do São Francisco seria preciso mais campanhas de campo, acompanhadas de coleta de novas amostras para a obtenção de dados geoquímicos, geocronológicos e isotópicos, de modo que as propostas possam ser definidas de forma mais aprofundada.

Em relação a evolução geológica da área, ainda persistem alguns problemas, que serão destacados:

- 1) Será que as rochas da unidade metaultramáfica fazem parte da sequência metaultramáfica do *greenstone belt* Rio das Velhas ou será que elas são correlacionáveis ao corpo metaultramáfico do Morro das Almas?

Até o presente momento nada pode ser afirmado a respeito, pois os afloramentos das rochas dessa unidade são escassos e estão muito alterados intempericamente.

- 2) O que corresponderia a unidade denominada de quartzo xisto?

As rochas agrupadas nessa unidade também são muito finas e estão muito alteradas intempericamente o que dificulta sua interpretação. Porém as principais exposições da mesma estão associadas a área onde aflora o metagranotoide Aureliano Mourão. Com isso pelo menos duas possibilidades podem ser aventadas: i) seriam parte de uma unidade metassedimentar que foi capturada pelo corpo em questão e nesse caso corresponderiam a xenólitos; ii) serem porções do próprio metagranotoide que estariam associadas a zonas de cisalhamento e que, nesse caso, corresponderiam a milonitos. Essa segunda hipótese é favorecida pois a granulação fina da mesma estaria relacionada ao processo de recrystalização pela deformação. Em termos mineralógicos, os quartzo xistos são compostos por quartzo, muscovita e caolinita, de modo que o quartzo seria proveniente da recrystalização de antigos cristais e fitas do mesmo presentes de forma abundante no metagranotoide Aureliano Mourão, enquanto a caolinita estaria associada a recrystalização dos fenocristais de feldspato e sua alteração intempérica. A muscovita teria se formado durante a recrystalização nas zonas de cisalhamento. Para que essa hipótese seja comprovada é necessário uma caracterização mais detalhada dessa rocha unidade.

3) Qual seria o posicionamento estratigráfico do complexo metaultramáfico Morro das Almas?

As feições de campo são inconclusivas para esse questionamento, bem como não foram observados diques de nenhum dos quatro metagranitoides cortando as rochas do complexo metaultramáfico Morro das Almas. Porém as rochas do referido corpo são cortadas por um corpo maior de um metagranitoide que está exposto em uma pedreira próxima a rodovia MG-333 que liga Ibituruna a Bom Sucesso. Cabe destacar que esse corpo ainda não foi estudado.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim F.F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e revelações Almeidaianas ao delimitá-lo. *In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito-Neves, B.B. (orgs.) Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca Editor, São Paulo, p.:17-35.
- Alkmim, F.F., Noce, C.M. 2006. The Paleoproterozoic Record of the São Francisco Craton. *In: IGCP 509 Field Workshop, Bahia and Minas Gerais, Brazil. Field Guide & Abstracts*, p. 114.
- Almeida F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **7**:349-364.
- Ávila, C.A. 2000. *Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton do São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais*. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 401P.
- Ávila, C.A.; Teixeira, W.; Cordani, U.G.; Moura, C.A.V.; Pereira, R.M. 2010. Rhyacian (2.23-2.20 Ga) juvenile accretion in the southern São Francisco craton, Brazil: Geochemical and isotopic evidence from the Serrinha magmatic suite, Mineiro belt. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**: 464-482.
- Ávila C.A., Teixeira W., Vasques F.S.G.; Dussin I.A.; Mendes J.C. 2012. Geoquímica e idade U-Pb (LA-ICPMS) da crosta oceânica anfibolítica riaciana do cinturão Mineiro, borda meridional do cráton São Francisco. *In: 46º Congresso Brasileiro de Geologia, Santos, Anais*.
- Ávila, C.A.; Teixeira, W.; Bongiolo, E.M.; Dussin, I.A.; Vieira, T.A.T. 2014. Rhyacian evolution of subvolcanic and metasedimentary rocks of the southern segment of the Mineiro belt, São Francisco Craton, Brazil. *Precambrian Research*, **243**: 221-251.
- Babinski, M., Chemale, F., Van Schumus, W.R., 1995. The Pb/Pb age of the Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Precambrian Research* **72**, 235–245.
- Campos, J.C.S, Carneiro, M.A. 2008. Neoproterozoic and Paleoproterozoic granitoids marginal to the Jaceaba-Bom Sucesso lineament (SE border of the southern São Francisco craton): Genesis and tectonic evolution. *Journal of South American Earth Sciences*, **26**, 463-484.
- Carneiro, M.A. 1992. *O complexo metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do Arqueano*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 233 p.
- Deer, W.A., Howie, R.A. Zussman J. 1963. Rock forming minerals. Vol.2, Chain silicates. Longmans, London.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. 1992. *An introduction to rock-forming minerals*. Second Edition. Longman, Harlow. 696p.

Dorr II, J.V.N., 1969. Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM, Washington, Prof.Paper 641-A, 110p.

Faulstich, F.R.L. 2016. *Estudo de minerais pesados dos pegmatitos da província pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 200 p.

Francesconi, R. 1972. *Pegmatitos da região de São João del Rei – MG*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 101 p.

Hartmann, L.A., Endo, I., Suita, M.D.F., Santos, J.O.S., Frantz, J.C., Carneiro, M.A., McNaughton, N.J., Barley, M.E., 2006. Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon U–Pb isotopes. *Journal of South American Earth Sciences*, **20**, 273–285.

Heilbron, M.; Duarte, B.P.; Valeriano, C.M.; Simonetti, A.; Machado, N.; Nogueira, J.R. (2010). Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt Neoproterozoic, SE-Brazil, based on U–Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. *Precambrian Research*, **178**: 136–148.

Lana, C.C.; Alkmim, F.F.; Armstrong, R.; Scholz, R.; Romano, R.; Nalini Jr., H.A. 2013. The ancestry and magmatic evolution of Archaean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. *Precambrian Research*, **231**: 157– 173.

Machado, N.; Noce, C.M.; Ladeira, E.A.; Oliveira, O.B. 1992. U-Pb Geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco craton, Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, v. 104, p. 1221-1227.

Machado, N., Schrank, A., Noce, C.M., Gauthier, G., 1996. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: Implications for Greenstone-Belt setting evolution of a Transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*, **141**:259–276.

Neri, M.E.N.V.; Rosière, C.A.; Lana, C.C. 2013. Supergrupo Minas na Serra de Bom Sucesso, extremo sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – MG: petrografia, geoquímica e isótopos de U-Pb. *Geol. USP, Ser. cient., São Paulo*, **13**: 117-202.

Noce C.M. 1995. *Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 128 p.

Noce, C.M.; Zuccheti, M.; Baltazar, O.F.; Armstrong, R.; Dantas, E.; Renger F.E.; Lobato, L.M. 2005. Age of felsic volcanism and the role of ancient continental crust in the evolution of the Neoproterozoic Rio das Velhas Greenstone belt (Quadrilátero Ferrífero, Brazil): U–Pb zircon dating of volcanoclastic graywackes. *Precambrian Research*, **141**: 67–82.

Pinese, J.P.P. 1997. *Geoquímica, geocronologia isotópica e aspectos petrológicos dos diques máficos Pré-Cambrianos da região de Lavras (MG), porção sul do cráton do São Francisco*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 178 p.

Quéménéur, J.J.G. & Baraud E. R. 1983. Estrutura do embasamento Arqueano e geologia econômica da área pegmatítica de São João Del Rei – MG. *In: SBG. Simp. Geol. Minas Gerais*, 2, Atas, p.460.

Quéménéur, J.J.G.; Ribeiro, A.; Trouw, R.A.J.; Paciullo, F.V.P.; Heilbron, M. 2003. Geologia da folha Lavras. *In: Projeto sul de Minas, Etapa I, Capítulo 7. COMIG, UFMG, UFRJ e UERJ*, p.259 – 319.

Romano, R., Lana, C., Alkmim, F.F., Stevens, G.S., Armstrong, R., 2013. Stabilization of the southern portion of the São Francisco Craton, SE Brazil, through a long-lived period of potassic magmatism. *Precambrian Research*, **224**:143–159.

Silveira, V. S. L. Mapeamento Geológico e petrografia do metagranitoide Bom Sucesso e dos diques de metadiabásio, Noroeste da Serra de Bom Sucesso, Minas Gerais. Ano 2016, XVIII, 83p. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Streckeisen, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *In: Earth – sci. Rev.*, 12:1. 33.
Teixeira, W.; Carneiro, M.A.; Noce, C.M.; Machado, N.; Sato, K.; Taylor, P.N. 1996. Pb, Sr e Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneissic-granitoids complexes in the southern São Francisco craton, Brazil. *Precambrian Research*, **78**:151-164.

Teixeira, W.; Cordani, U.G.; Nutman, A.P.; Sato, K. 1998. Polyphase Archean evolution in the Campo Belo metamorphic complex, Southern São Francisco Craton, Brazil: SHRIMP U-Pb zircon evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, **11** (3): 279-289.

Teixeira, W., Ávila, C.A., Nunes, L.C. 2008. Nd-Sr isotopic geochemistry and U-Pb geochronology of the Fé granitic gneiss and Lajedo granodiorite: implications for paleoproterozoic evolution of the mineiro belt, southern São Francisco Craton, Brazil. *Geologia USP, Série Científica*, **8**: 53-74.

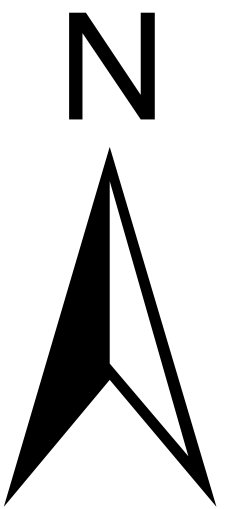
Teixeira, W., Ávila, C.A., Dussin, I.A., CorrêaNeto, A.V., Bongioiolo, E.M., Santos, J.O., Barbosa, N.S. 2015. A juvenile accretion episode (2.35–2.32 Ga) in the Mineiro belt and its role to the Minas accretionary orogeny: Zircon U–Pb–Hf and geochemical evidences. *Precambrian Research*, **256**, 148-169.

Williams, H.; Turner, F.J.; Gilbert, C.M. 1970. Petrografia: uma introdução ao estudo das rochas em seções delgadas. Editora Polígono.

MAPEAMENTO GEOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO METAGRANITOIDE PORFIRÍTICO AURELIANO MOURÃO, SUDOESTE DA SERRA DE BOM SUCESSO, MINAS GERAIS

Anexo I - Mapa geológico e de Pontos

Pamella Regina Santos da Silva
Orientador: Ciro Alexandre Ávila
Co-orientador: Reiner Neumann



Legenda

Paleoproterozoico

- Metadiorito Rio Grande (2145 +/- 7 Ma)
- Metagranitoide
- Sequência metavulcanossedimentar Rio das Mortes
 - Anfibolito Rio das Mortes (2231 +/- 5 Ma)
 - Unidade Metaultramáfica Rio das Mortes

Arqueano/Paleoproterozoico

- Sequência metassedimentar Bom Sucesso
 - Formação Ferrífera Bom Sucesso
 - Unidade Tabuãozinho
 - Unidade Lagoa da Prata (2603 +/- 7 Ma) Idade máxima de deposição

Arqueano

- ***** Dique de Metabasito
- Complexo Metaultramáfico Morro das Almas (?)
- Metagranitoide Bom Sucesso
- Metagranitoides hololeucocrático/biotítico
- Quartzo Xisto
- Metagranitoide porfirítico Aureliano Mourão
- Unidade Metaultramáfica

Simbologia

- Foliação principal
- Zona de cisalhamento
- Pontos da turma de 2016
- Pontos da turma de 2015
- Pontos da turma de 2014
- Falha de empurrão
- Falha normal
- Contato inferido
- Afloramentos mapeados nos estágios de campo III

